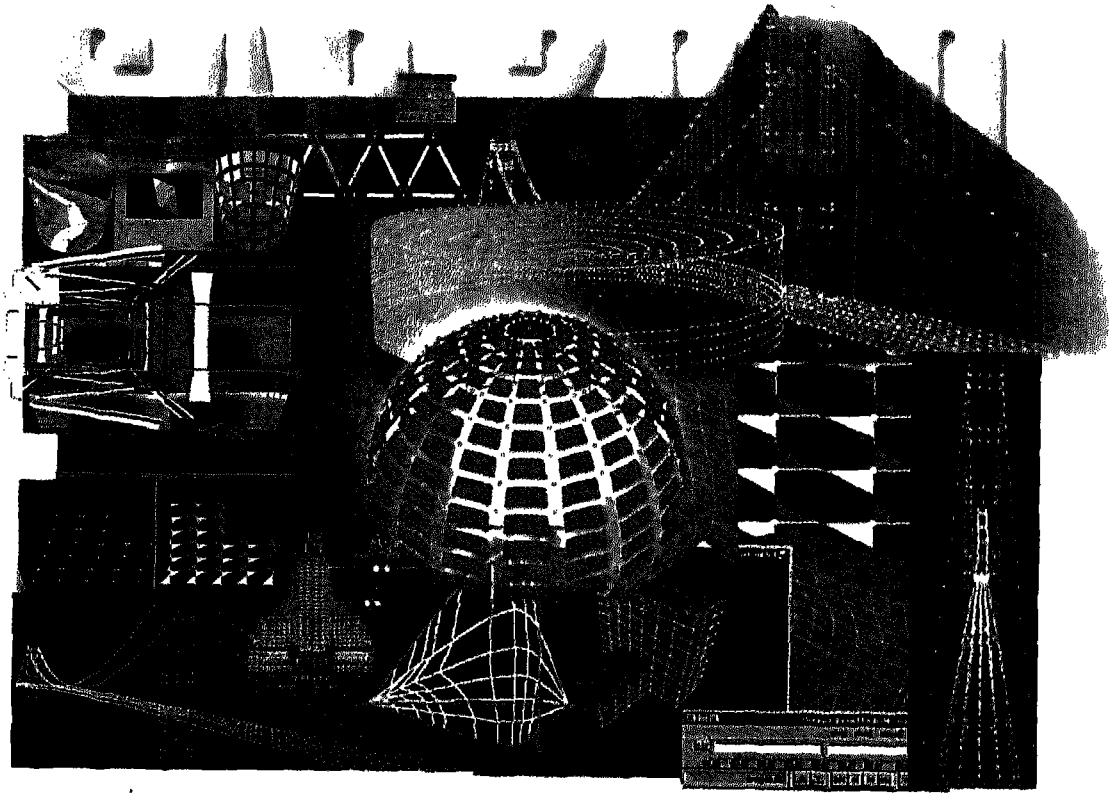
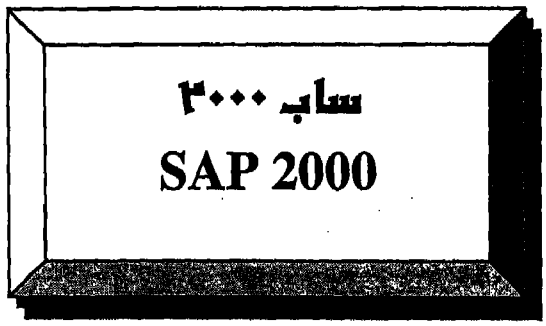


SAP 2000

ساب ۲۰۰۰


ساب ٢٠٠٠
SAP 2000

أكبر مركز فى الشرق الأوسط
لإصدار أحدث الكتب فى عالم الكمبيوتر

فرع وسط البلد : ٣ ش منصور المبتديان متفرع من شارع مجلس الشعب
محطة مترو سعد زغلول - القاهرة - مصر
تليفون : ٣٥٥٣٠٣٢ (٢٠٢) - ٣٥٤٣٢٠٣ (٢٠٢)
فاكس : ٣٥٤٣٦٤٣ (٢٠٢)
فرع الدقى: ١٢ شارع الدقى الدور السابع منزل كوبرى الدقى اتجاه الجامعة
تليفون: ٣٣٨١٠٢٢
فاكس : ٣٣٨٢٠٧٤

الطبعة العربية الأولى ١٩٩٩
عدد الصفحات ٣٢٠ صفحة

حقوق الطبع والنشر محفوظة لدار الفاروق للنشر والتوزيع ولا يجوز نشر أى جزء من هذا الكتاب أو اختزان مادته بطريقة الاسترجاع أو نقله على أى نحو أو بأى بطريقة سواء كانت إليكترونية أو ميكانيكية أو بالتصوير أو بالتسجيل أو بخلاف ذلك ومن يخالف ذلك يعرض نفسه للمساءلة القانونية مع حفظ كافة حقوقنا المدنية والجنائية.

ساب ٢٠٠٠

SAP 2000

تأليف

مهندس/ سالم محمد نصر

مهندس /أحمد حلمى أحمد

حقوق الطبع والنشر محفوظة لدار الفاروق للنشر والتوزيع

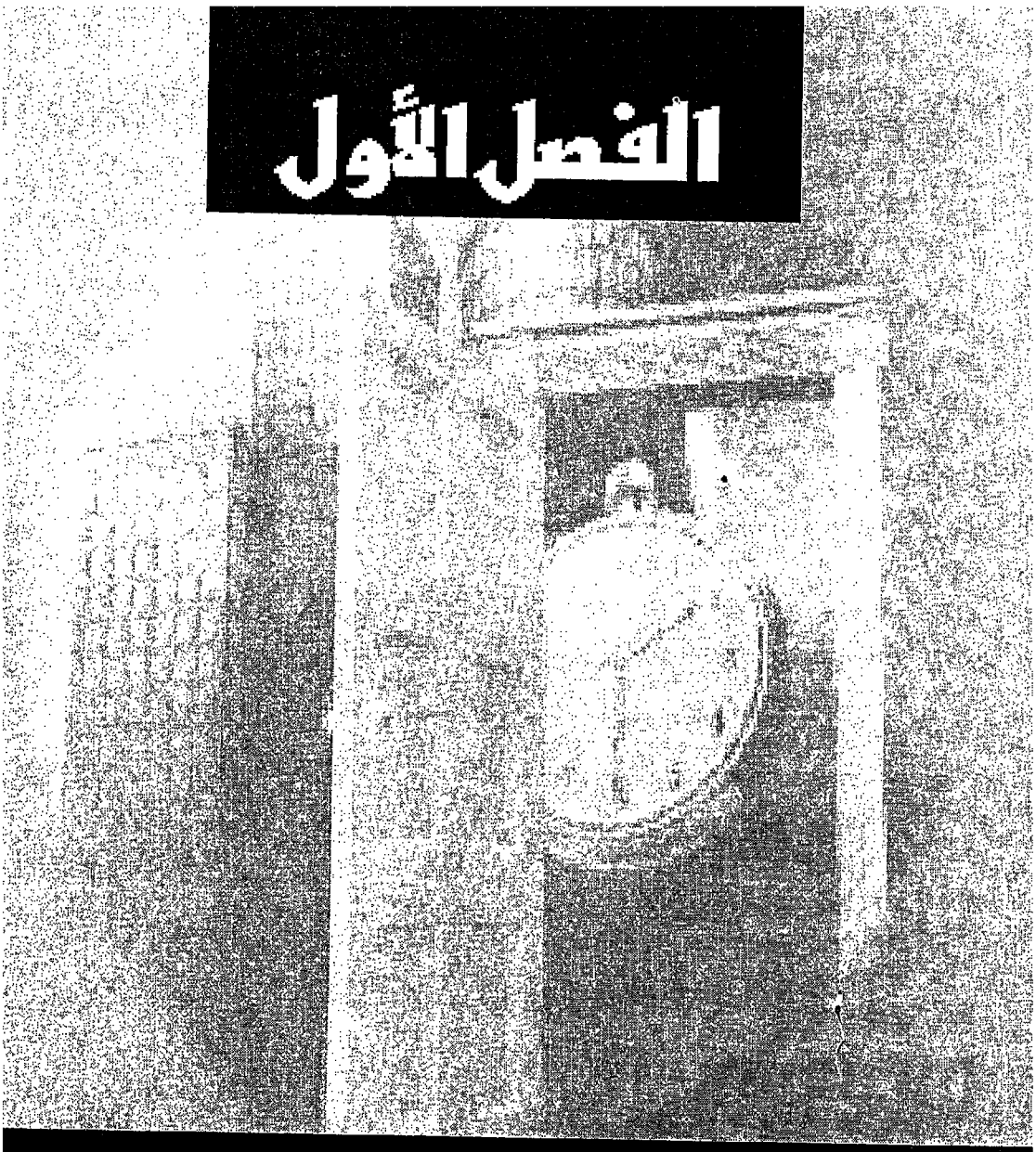
توضيح

- لقد تم بذل الكثير من الجهد والوقت في إخراج هذا الكتاب وتم توخي الدقة قدر الإمكان لإخراجه بصورة عملية دقيقة ومبسطة في نفس الوقت. رغم ذلك فإنه عند الاستعانة بهذا الكتاب في تطبيقات عملية فإن المستخدم يجب أن يكون على علم وتفهم تام بأن ذلك يتم على مسئوليته الشخصية، وانه لا تقع أية مسئولية من أي نوع على مؤلفي الكتاب أو ضمان لنتائج استخدامه، وعليه شخصيا أن يتحقق من صحة النتائج.
- يفترض أن مستخدم هذا الكتاب على علم ودراية بمبادئ التحليل الإنشائي، وعلى علم بالفروض الأساسية لعمل برامج التحليل الإنشائي. يفترض كذلك إلمام المستخدم بالمبادئ الأساسية لاستخدام الحاسب الآلي.
- تم إعداد هذا الكتاب بحيث يمكن القارئ من استخدام البرنامج بكفاءة في التحليل والتصميم الإنشائي الإستاتيكي للمشروعات المدنية العادية والمعقدة إلى أي مستوى، وقد تم التعرض تعرضا عابرا لطرق التحليل الديناميكي، وكذلك لطرق تمثيل أجزاء المنشآت عميقة التخصص والنادر استخدامها.
- غير مسموح بنقل أو اقتباس أيا من محتويات هذا الكتاب بأية صورة من الصور المباشرة والغير مباشرة بغير إذن كتابي صريح من المؤلف ودار النشر.
- الأمثلة الموجودة بهذا الكتاب من إعداد الشركة المنتجة للبرنامج، وتم النشر بتصريح خاص للناشر والمؤلفين.
- نرحب بأية استفسارات أو تعليقات أو اقتراحات بخصوص مادة الكتاب على العنوان التالي:

E-Mail: maisora@hotmail.com
Or ahmed_helmy@hotmail.com
أو ص.ب: ٤٢٣ – الزقازيق جمهورية مصر العربية

المؤلفان

الفصل الأول



نظرة عامة

١- مقدمة:

من بين الشركات العالمية المتخصصة والعاملة بمجال تصميم وتطوير برامج التحليل والتصميم الإنشائي تحتل شركة الحاسبات والمنشآت Computers and Structures, Inc. (CSI) مكانة عريقة، حيث تأسست هذه الشركة عام ١٩٧٥م بالولايات المتحدة الأمريكية، وتقوم هذه الشركة بإصدار مجموعة من البرامج المتميزة في هذا المجال.

ولعل من أشهر هذه البرامج وأكثرها انتشارا على الإطلاق برنامج التحليل الإنشائي ساب SAP وهذا الاسم يمثل الحروف الثلاثة الأولى من: Structural Analysis Program . وقد ظهر الإصدار الأول لهذا البرنامج منذ ما يقرب من ثلاثون عاما وبالتحديد في عام ١٩٧٠م. كثمرة لأبحاث د. إدوارد ويلسون Edward L. Wilson بجامعة كاليفورنيا، وتوالت الأبحاث لتطوير البرنامج، وتوالى ظهور إصدارات عديدة خلال هذه الأعوام منها SAP ، SOLIDSAP ، SAPIV ثم SAP80 و SAP90 الذي استمر لعدة سنوات بنفس الاسم مع التطوير المستمر وكذلك الإصدارات المعدلة لاستخدامات وتطبيقات خاصة بالشركات والمؤسسات الدولية الكبرى.

ويحظى برنامج ساب ٩٠ بمكانة خاصة بجمهورية مصر العربية والدول العربية الأخرى ويستخدم على نطاق واسع بالمكاتب الاستشارية الكبرى والمتميزة، كما يستخدمه العديد من الباحثين بمجالات الهندسة المدنية والميكانيكية وغير ذلك.

ومع اقتراب نهاية القرن العشرين ودخول العالم في حقبة زمنية جديدة ظهر جيل جديد تماما من برامج التحليل الإنشائي أطلق عليها اسم ساب ٢٠٠٠ SAP2000 وهذا الإصدار يعد -كما أسمته الشركة الأم- الجيل الجديد من أجيال هذا البرنامج العريق.

والجدير بالذكر أن هذه الشركة تنتج مجموعة أخرى من برامج التحليل والتصميم الإنشائي المتخصصة هي:

- **برنامج إيتابس ETABS**

وهو برنامج مخصص للتحليل والتصميم الإنشائي للأبراج العالية Towers & Tall Buildings حيث يتم إدخال بيانات المنشأ عن طريق تمثيل بلاطات كاملة بمناسيب معينة هي مناسيب الأدوار وكذلك تحديد الكمرات إن وجدت، وتحديد الأعمدة والجدران الحاملة للمنشأ وأية تفاصيل أو بيانات أخرى ويقوم البرنامج بتحليل وتصميم المنشأ كاملا، وأحدث إصدارات هذا البرنامج هو ETABS 6، ويصدر في ثلاث إصدارات مختلفة متغيرة الإمكانيات.

- **برنامج سيف SAFE**

وهو برنامج مخصص للتحليل والتصميم الإنشائي للبلاطات بأنواعها المختلفة متضمنة جميع الحالات الخاصة الممكن حدوثها.

أما برنامج ساب ٢٠٠٠ وهو موضوع هذا الكتاب فيتم إصداره في ثلاث مستويات مختلفة هي:

- **الإصدار القياسي : SAP2000 Standard**

ويعمل هذا الإصدار من خلال بيئة النوافذ ويشتمل على أنظمة التحليل الإستاتيكي والتحليل الديناميكي بطريقة Dynamic Response Spectrum Analysis ، وذلك للمنشآت المكونة من عناصر إطاريه Frame Elements وعناصر قشرية Shell Elements، إضافة إلى التصميم الإنشائي للمنشآت الخرسانية والمعدنية.

وهذا الإصدار يمكنه تمثيل المنشآت حتى ١٥٠٠ نقطة 1500 Node

- **إصدار متميز: SAP2000 Plus**

يوفر هذا الإصدار جميع إمكانيات الإصدار القياسي السابق ذكرها إضافة إلى طريقة تحليل ديناميكي أخرى هي: **Dynamic Time History Analysis**، كما يشمل تحليل المنشآت المكونة من عناصر خاصة مستوية وكتل مصمتة **Plane, Solid, and Asolid Elements**، وكذلك يحتوى هذا الإصدار على نظام خاص للتحليل الإنشائي للكباري **Bridge Analysis** ، وليس لهذا الإصدار حدود معينة بالنسبة لحجم المنشأ.

- **إصدار خاص بالتحليل الغير خطي: SAP2000 Nonlinear**

هذا الإصدار هو امتداد للإصدار السابق مع إضافة التحليل الديناميكي الغير خطي **Dynamic Nonlinear Time History Analysis** مع إضافة بعض العناصر لتمثيل المنشآت الخاصة جدا مثل:

External Damping Element، Base Isolators، Gap and Hook Elements.

وليس لهذا الإصدار حدود معينة بالنسبة لحجم المنشأ.

وساب ٢٠٠٠ الذي بين أيدينا الآن هو أحدث وأقوى إصدار لسلسة برامج التحليل الإنشائي ساب المعروفة على مستوى العالم.

وفي هذا الكتاب سوف يتم التعرض بالشرح والتفصيل للطرق المستخدمة في توصيف وتحليل وتصميم المنشآت المختلفة باستخدام الإصدار القياسي من البرنامج، وحيث أن المستخدم العربي قد اعتاد لسنوات طويلة على استخدام برنامج ساب ٩٠ بل ومازال مستخدما حاليا على نطاق واسع، فقد فضلنا أن يكون حديثنا انتقاليا بداية من الملامح الرئيسية لبرنامج ساب ٩٠ وحتى أدق التفاصيل الخاصة بالإصدار الجديد ساب ٢٠٠٠ .

١-١- ساب ٩٠ SAP90:

استمر برنامج ساب ٩٠ 90 منذ فترة زمنية طويلة وحتى وقتنا هذا من أشهر وأقوى برامج التحليل الإنشائي على مستوى العالم التي تعتمد في تحليلها للمنشآت على نظرية العناصر المحدودة FINITE ELEMNTS THEORY ، حيث يتم من خلالها توصيف أي منشأ عن طريق تقسيمه الى عناصر محدودة تتناهى في الصغر كلما كانت دقة التحليل المطلوبة أكبر وكلما زادت أهمية المنشأ وتكون ذات عدد وتقسيم معقول للمنشآت العادية والغير معقدة.

يتم من خلال هذه الطريقة دراسة كل عنصر على حده من حيث القوى المؤثرة عليه وردود الأفعال الداخلية ثم يتم تجميع هذه العناصر معا مرة أخرى لتمثيل المنشأ كاملا وتحديد ردود الأفعال الداخلية للمنشأ ككل.

يحتوى البرنامج على عدة أنواع من العناصر المحدودة لتمثيل عناصر المنشأ المختلفة مثل العنصر الإطاري FRAME ELEMENT لتمثيل الكمرات والأعمدة والأجزاء الطولية عموما، والعنصر المسطح SHELL ELEMENT لتمثيل البلاطات والقباب والمنشآت المسطحة والقشرية وما الى ذلك، والعنصر المصمت SOLID ELEMENT لتمثيل المنشآت ذات الكتل كبيرة الأبعاد كالسدود العريضة والحوائط الحاملة والأجزاء التي عادة ما يحدث لها إزاحات فقط dx, dy, dz تحت تأثير الأحمال ولا يحدث لها أية إنثناءات أو دورانات rx, ry, rz نتيجة العزوم المؤثرة عليها ويتم الدمج بين هذه العناصر المختلفة لتمثيل المنشأ بالصورة المناسبة والأكثر دقة.

ويعتمد البرنامج أساسا على إدخال ملف بيانات يقوم المستخدم بإعداده مسبقا لتوصيف المنشأ والأحمال بأسلوب محدد ويقوم البرنامج بتحليل المنشأ على مرحلتين المرحلة الأولى يتم فيها مراجعة البيانات المدخلة والتحقق من صحتها والتحذير من الأخطاء التي يمكنه إكتشافها، ثم ترتيب وتبويب البيانات بنظام معين والمرحلة الثانية والتي تبدأ بعد خلو ملف البيانات من الأخطاء ويتم فيها تحليل هذه البيانات وإخراج ملفات تحتوى النتائج المطلوبة.

ولإمكان إستخدام هذا البرنامج والبرامج الإنشائية عموما بصورة صحيحة يجب أولا الإلمام ببعض مبادئ طريقة التحليل الإنشائي باستخدام نظرية العناصر المحدودة FINITE ELEMENT METHOD وكيفية إعداد التوصيف الملائم لتمثيل المنشأ، وهذا ما سنتعرض له بشيء من التوضيح فيما يلي.

٢- طريقة العناصر المحدودة (FINITE ELEMENT METHOD):

٢-١- مقدمة:

طريقة العناصر المحدودة Finite Element Method هي طريقة تحليل إنشائي تعتمد على تحديد شكل المنشأ المراد تحليله والأحمال الواقعة عليه ثم تقسيم المنشأ الى مجموعة من الأجزاء الأصغر حجما فتستخدم النقاط لتقسيم المنشآت الطولية كالكمرات والأعمدة، والخطوط لتقسيم المنشآت المسطحة كالبلاطات والقباب، والمستويات لتقسيم المنشآت المجسمة ثلاثية الأبعاد كالكتل المصمتة والسدود وما إلى ذلك.

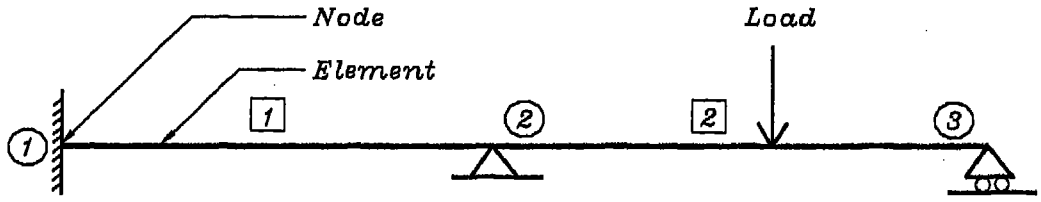
وأياً كان شكل الأجزاء الناتجة فإنها تترابط جميعا عند نقاط معينة على حدودها مكونة المنشأ الأصلي، وبالتالي يمكننا القول بأن المنشأ يستبدل بأجزاء صغيرة لتحليله والأجزاء الصغيرة تتجمع معا لتكوين المنشأ مرة أخرى.

٢-٢- طريقة التحليل:

يتم تحليل كل جزء على حده تحت تأثير الأحمال الواقعة عليه وتكوين معادلات لحساب الإزاحات الحادثة له تحت تأثير هذه الأحمال، وبمساواة الإزاحات للأجزاء عند نقاط التقائها معا يمكن تكوين مصفوفات معينة يتم حلها لإيجاد الإجهادات والقوى الداخلية لهذه الأجزاء ومن ثم تحديد الإجهادات والقوى الداخلية للمنشأ عموما.

وقد تطورت هذه الطريقة كثيرا بتطور الحاسبات الآلية حيث انه من شبه المستحيل حل هذه المعادلات يدويا فالجزء الفراغي له ستة مجاهيل هي القوى في اتجاه المحاور الثلاثة Fx,Fy,Fz والعزوم حول هذه المحاور الثلاثة Mx,My,Mz ولتحليل منشأ مكون من ٣٠٠ جزء مثلا فإنه يلزم تكوين ١٨٠٠ معادلة لحل هذا المنشأ بهذه الطريقة. ومع تطور الحاسبات تقلصت الفترة الزمنية اللازمة لتحليل مثل هذه المنشآت من ساعات الى دقائق أو ثواني حسب حجم المنشأ وإمكانيات الحاسب المستخدم.

وعلى سبيل المثال لتحليل كمرة مرتكزة على ثلاث نقاط ارتكاز كما بالشكل الموضح، يتم عمل الخطوات التالية:



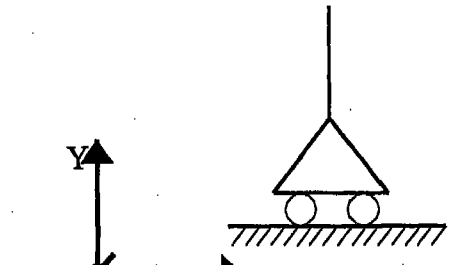
شكل (١) تقسيم المنشأ إلى نقط وعناصر

- يتم تقسيم الكمرة إلى جزأين ٢،١ الجزء ١ يبدأ من النقطة ١ إلى النقطة ٢ ، والجزء ٢ يبدأ من النقطة ٢ إلى النقطة ٣، علما بأنه يمكن التقسيم لأجزاء اكثر من ذلك بإضافة نقاط أخرى على جسم المنشأ مع مراعاة درجات الحرية للنقاط الإضافية كما سيأتي تفصيل ذلك.
- يتم بعد ذلك تعريف الإحداثيات للنقط وخواص الأجزاء المستخدمة (مساحة القطاع وعزم القصور الذاتي و معامل المرونة . . .) و القوى الخارجية المؤثرة على العنصر .
- بواسطة خواص العنصر يتم تكوين مصفوفة الجساءة للعناصر Overall Stiffness Matrix وهي مصفوفة لا تحتوي على مجاهيل [K].

- بتحديد درجات الحرية للنقط يتم تكوين مصفوفة الإزاحات Displacements Vector { D} وهي مصفوفة تحتوي على مجاهيل. ويقصد بدرجات الحرية تحديد الاتجاهات المسموح فيها بحركة النقاط والاتجاهات الغير مسموح الحركة فيها اتجاهات حرة واتجاهات مقيدة- حيث أن لكل نقطة في الفراغ ستة درجات من الحرية هي ثلاث اتجاهات حركة DX,DY,DZ في اتجاهات المحاور العامة X,Y,Z وثلاثة اتجاهات دوران RX,RY,RZ حول المحاور العامة X,Y,Z.

- وعند تقييد درجة حرية معينة فذلك يعني انه لا توجد حركة في هذا الاتجاه وبالتالي سوف يتولد رد فعل في هذا الاتجاه، أما عند تحرير درجة الحرية في اتجاه معين فسوف يحدث في هذا الاتجاه إزاحة أو دوران وبالتالي لن يكون هناك رد فعل.

- مثال ذلك نقطة الارتكاز الحرة الحركة في الاتجاه X فقط (ارتكاز على عجل إسطواني ROLLER SUPPORT يتحرك في اتجاه X) شكل (٢)، ستكون درجة الحرية مقيدة في الاتجاهين Y,Z وبالتالي لن تكون هناك إزاحة في هذه الاتجاهات ولكن ستكون هناك ردود أفعال وسوف تكون هناك إزاحة في اتجاه X ولن تكون هناك قيمة لرد الفعل في اتجاه X.



شكل (٢) نقطة ارتكاز حرة الحركة في الاتجاه X فقط.

- بمعرفة قيم القوى الخارجية المؤثرة على المنشأ يتم يكوين مصفوفة القـــوى المكافئة { P } Equivalent Force Matrix وهي مصفوفة لا تحتوي علـــى مجاهيل.
- بعد تكوين هذه المصفوفات يتم تكوين معادلة الحل الأولى :

$$\{ P \} = [K] * \{ D \} \qquad 1$$

- بحل المعادلة السابقة يتم إيجاد قيم المصفوفة { D } والتـــــي تحتـــوي قيـــم الإزاحات، وبمعلومية قيم الإزاحات يمكن ببساطة حساب الإجهادات والتشكلات خلال جسم المنشأ.
- ولإيجاد ردود الأفعال عند نقط الارتكاز يتم تكوين المعادلة التالية :

$$\{ Ps \} = -\{ Pcs \} + [Ksf] * \{ Df \}$$

حيث:

{Ps} مصفوفة ردود الأفعال عند نقط الارتكاز وتحتوي مجاهيل.

{Pcs} مصفوفة ردود الأفعال المكافئة عند نقط الارتكاز وهـــي معلومة القيم.

[Ksf] مصفوفة الجساءة عند نقط الارتكاز.

{Df} مصفوفة الإزاحات عند نقط الارتكاز.

وبحل هذه المعادلة يمكن إيجاد ردود الأفعال عند نقط الارتكاز .

- ولإيجاد ردود الأفعال الداخلية لكل عنصر يتم تكوين المعادلة:

$$\{Pm\} = \{Pmf\} + [Km] * \{Dm\}$$

حيث:

{ Pm } مصفوفة القوى الداخلية للعنصر عند نقط البداية والنهاية.

{Pmf} مصفوفة ردود الأفعال عند طرفي العنصر بفرض انه مثبت Fixed من الجهتين

[Km] مصفوفة الجساءة للعنصر

{ Dm} مصفوفة الازاحات لنقط العنصر

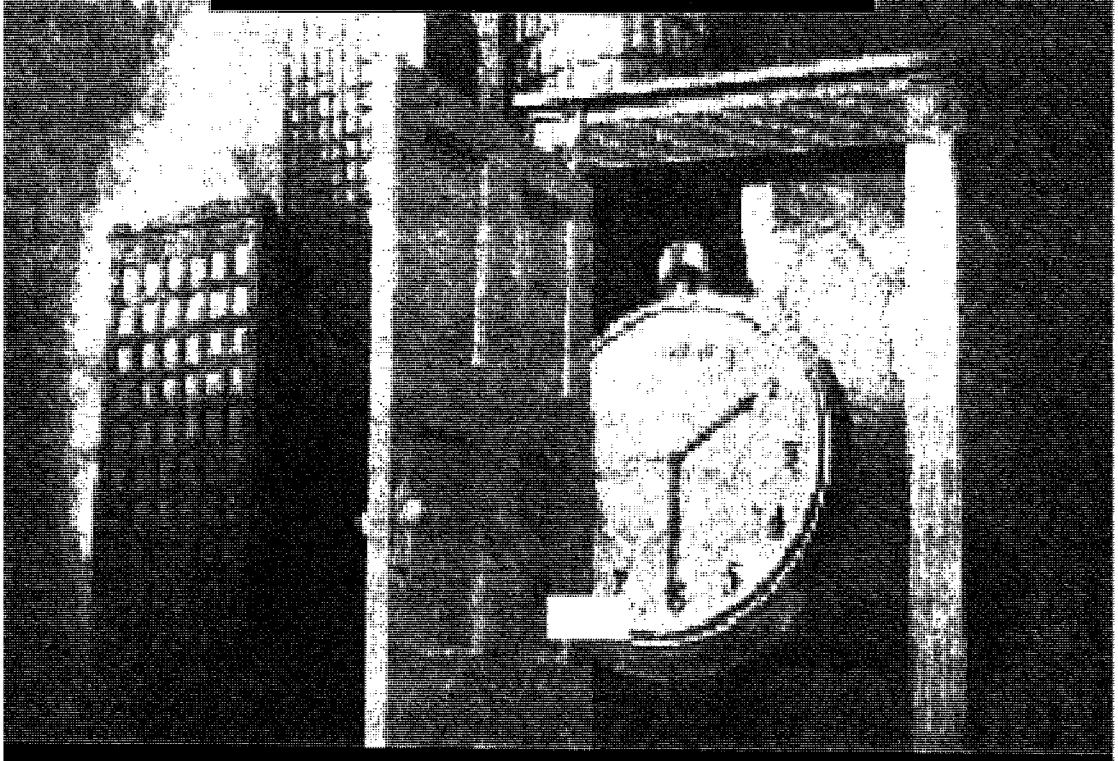
بذلك نوجد القوى الداخلية للعنصر (القوى المحورية والقص وعزوم الانحناء)

٢-٣- اختيار أشكال العناصر المحدودة:

عندما نفكر في اختيار شكل العناصر المحدودة المزمع استخدامها في تمثيل المنشأ فإن شكل المنشأ يتحكم إلى حد كبير في تحديد تلك العناصر، وخاصة شكل حدود-حواف- المنشأ الداخلية والخارجية (محيط فتحة أو فراغ داخلي في منشأ معين هي إحدى الحالات التى يقصد بها حدود داخلية).

في حالة المنشآت المسطحة تكون العناصر المثلثة أقوى من العناصر المربعة والمستطيلة واكثر ملائمة لتمثيل تلك المنشآت، وخاصة عند تمثيل انحناءات أو تقوسات في المنشأ، أما المنشآت ثلاثية الأبعاد فإنه يفضل أيضا استخدام العناصر الهرمية عن المنشورية الرباعية، وطبقا لشكل المنشأ يمكن توظيف مجموعة من العناصر بأشكال مختلفة معا للوصول إلى أنسب تمثيل لشكل المنشأ، وبالتالي الحصول على نتائج أكثر دقة.

الفصل الثانى



أساسيات التحليل الإنشائى

١ . أساسيات التحليل الإنشائي:

١-١ مقدمة:

سوف يتم فيما يلي إستعراض المفاهيم الأساسية التي يجب الإلمام بها قبل التطرق إلى مرحلة أعداد البيانات لتحليل منشأ ما سواء باستخدام برنامج ساب٩٠ أو ساب٢٠٠٠، أو أي من البرامج الإنشائية الأخرى عموما.

قبل بدأ إدخال أية بيانات عن المنشأ يجب أولا وصف المنشأ هندسيا وذلك برسم كروكي للمنشأ ووضع عدد كافي من نقاط التعريف **Nodes/Joints** عند بداية ونهاية أي جزء ونقط الارتكاز وعند تغير القطاعات أو الخواص، كما يمكن وضع نقاط عند أماكن الأحمال المركزة عند الحاجة إلى ذلك، ثم يتم ترقيم هذه النقط وتحديد إحداثياتها بالنسبة للمحاور العامة **Global Axis X,Y,Z** .

يلي ذلك تعريف أجزاء المنشأ بترقيم كل جزء وربطه بالنقط الخاصة به ثم تحديد الخواص الهندسية لهذه الأجزاء وحالات الأحمال ومن ثم يمكن بدأ تحليل المنشأ، وفيما يلي بعض الملاحظات الواجب مراعاتها عند توصيف المنشأ:

- عدد النقاط يجب أن يكون كافيا لوصف المنشأ تماما .
- يجب وضع نقطة عند كل نقاط عدم الاتصال **Discontinuity** وعند نقاط الارتكاز وعند بداية ونهاية كل جزء من أجزاء المنشأ وعند تغير خواص المواد أو القطاعات.
- يمكن وضع نقاط إضافية عند الأماكن المطلوب معرفة قيم الإزاحة أو ردود الأفعال الداخلية عندها.
- يجب وضع العدد الكافي من النقاط لتحديد شبكة العناصر المحددة.

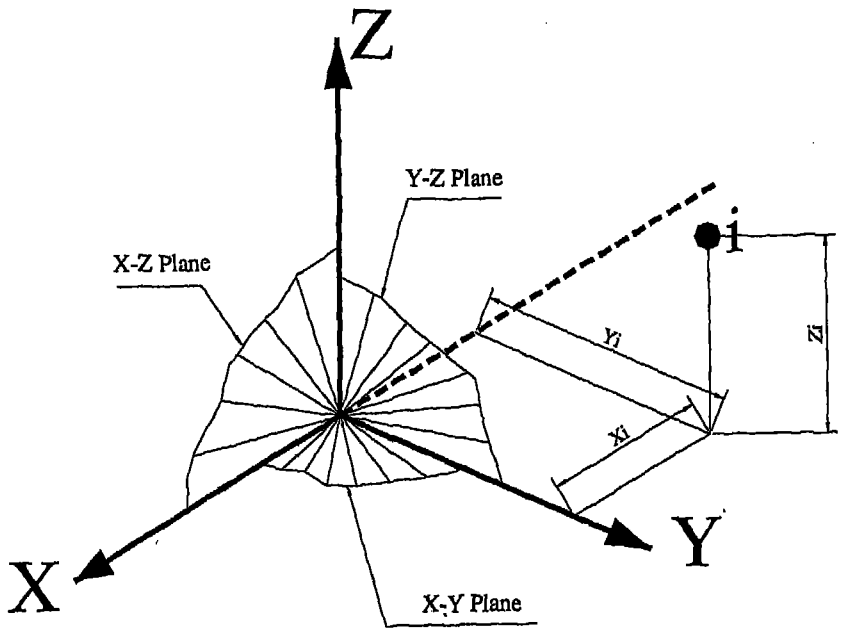
وهذه المرحلة يجب ان تتم قبل استخدام أي برنامج للتحليل الإنشائي عموما.

١-٢- الإحداثيات، المحاور العامة، والمحاور المحلية:

أولا : الإحداثيات

عند تمثيل أي منشأ يجب تحديد قيم إحداثيات النقاط، وهي القيم التي تحدد موقع كل نقطة من نقطة الأصل **Origin** وهي نقطة تلاقي المحاور وتكون إحداثياتها عادة (٠،٠،٠) ويمكن افتراض قيم أخرى عند الحاجة لذلك.

وعن طريق تحديد إحداثيات النقاط يتم تحديد أطوال واتجاهات عناصر المنشأ بالنسبة لنظام محدد من المحاور.



شكل (٣) إحداثيات النقطة I

إحداثيات النقطة I بالشكل السابق بالنسبة للمحاور العامة **X,Y,Z** هي (**Xi,Yi,Zi**) وهي المركبات الثلاثة في الاتجاهات **X,Y,Z** على الترتيب لبعد النقطة I عن نقطة الأصل.

ثانيا : المحاور

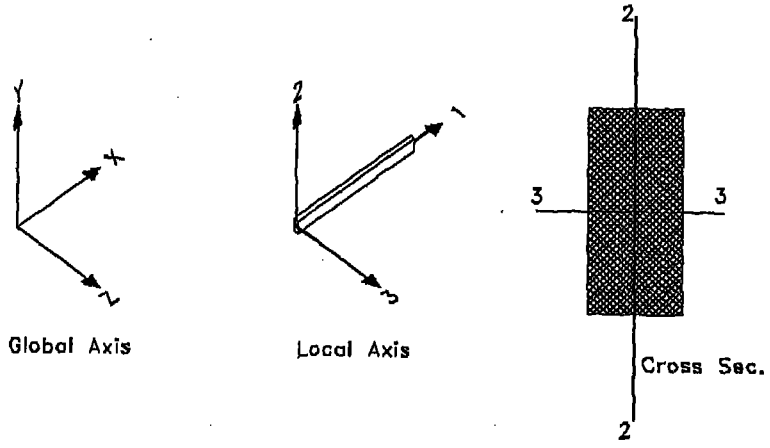
يستخدم نظام المحاور في توقيع عناصر المنشأ وتحديد اتجاهاتها وكذلك تحديد اتجاهات الأحمال والإزاحات وردود الأفعال والإزاحات والإجهادات المختلفة الناتجة بعد تحليل المنشأ.

وتنقسم المحاور إلى محاور عامة ومحاور محلية كما يلي:

١ - المحاور العامة Global Coordinates

يتم التعامل خلال البرنامج مع نظام محاور واحد عام لجميع أجزاء المنشأ تسمى هذه المحاور بالمحاور العامة **Global Coordinate system (X,Y,Z)** ،

والمحاور العامة **X,Y,Z** هي ثلاث محاور متعامدة تتبع قاعدة اليد اليمنى ويحدد موقعها اختياريا عن طريق اختيار مكان نقطة الأصل **Origin** التي تنطلق منها هذه المحاور.



شكل (٤) المحاور العامة والمحاور المحلية

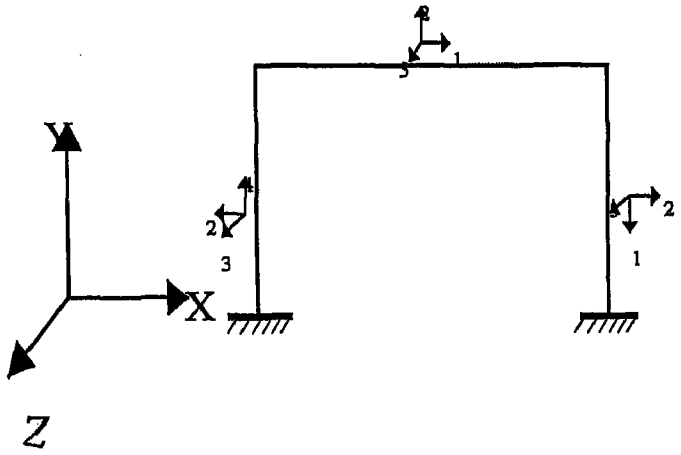
لا يشترط تحديد محور معين يتجه إلى أعلى ولكن يشترط أن تتبع هذه المحاور قاعدة اليد اليمنى وبالتالي فكلا المحاور العامة بشكل ٤،٣ صحيح رغم أن المحور المتجه إلى أعلى في شكل ٣ هو المحور **Z** وفي شكل ٤ هو المحور **Y** والبرنامج يفترض دوما الاتجاه الموجب للمحور **Z** هو المحور الرأسي

لشاشة العرض، وبالتالي يكون حساب تأثير وزن المنشأ في الاتجاه السالب لمحور Z ويكون المستوى x-y هو المستوى الأفقي والاتجاه الأساسي في المستوى الأفقي هو الاتجاه الموجب للمحور X وبالتالي فإن قياس أية زوايا أفقية يبدأ من الاتجاه الموجب لهذا المحور والاتجاه الموجب لقياس الزوايا يكون عكس عقارب الساعة Counter-Clockwise .

٢ - المحاور المحلية Local Coordinates

المحاور المحلية هي المحاور الخاصة بكل عنصر من عناصر المنشأ وتتغير اتجاهاتها من عنصر لآخر حسب الحاجة وتسمى هذه المحاور بالمحاور المحلية Local Coordinate system (1,2,3) ويتم تحديد العلاقة بين اتجاهات المحاور المحلية والمحاور العامة وذلك حتى يمكن تحديد اتجاهات العناصر المختلفة بالنسبة للمحاور العامة.

والمحاور المحلية تتعامد في الفراغ وتتبع قاعدة اليد اليمنى، وبالتالي فبمجرد تحديد العلاقة بين أحد المحاور العامة وأحد المحاور المحلية يمكن استنتاج اتجاهات باقي المحاور.



شكل (٥) المحاور العامة والمحاور المحلية للعناصر

١-٣- درجات الحرية ودرجات القيود:

من المعروف أن كل نقطة في الفراغ لها ستة مركبات إزاحة وهي الإزاحات في اتجاه المحاور الثلاثة Ux,Uy,Uz والدوران حول المحاور الثلاثة Rx,Ry,Rz وتعرف إمكانية وجود إزاحة في أي اتجاه بدرجة الحرية (D.O.F.) Degree of Freedom وعدم إمكانية حدوث إزاحة في اتجاه معين يعنى أن الإزاحة في هذا الاتجاه مقيدة Restrained ويجب أثناء توصيف المنشأ تحديد درجات الحرية والقيود لكل نقطة .

وعند المعرفة المسبقة أن قيمة الحركة في اتجاه معين لنقطة معينة تساوي صفر فيجب تقييد الحركة في هذا الاتجاه توفير للوقت الذي يستخدمه البرنامج لتحليل المنشأ وتقليلا لعدد معادلات الحل، أما عند الشك في كون إحدى النقاط لها إزاحة أو لا في اتجاه معين فيفضل تركها حرة الحركة.

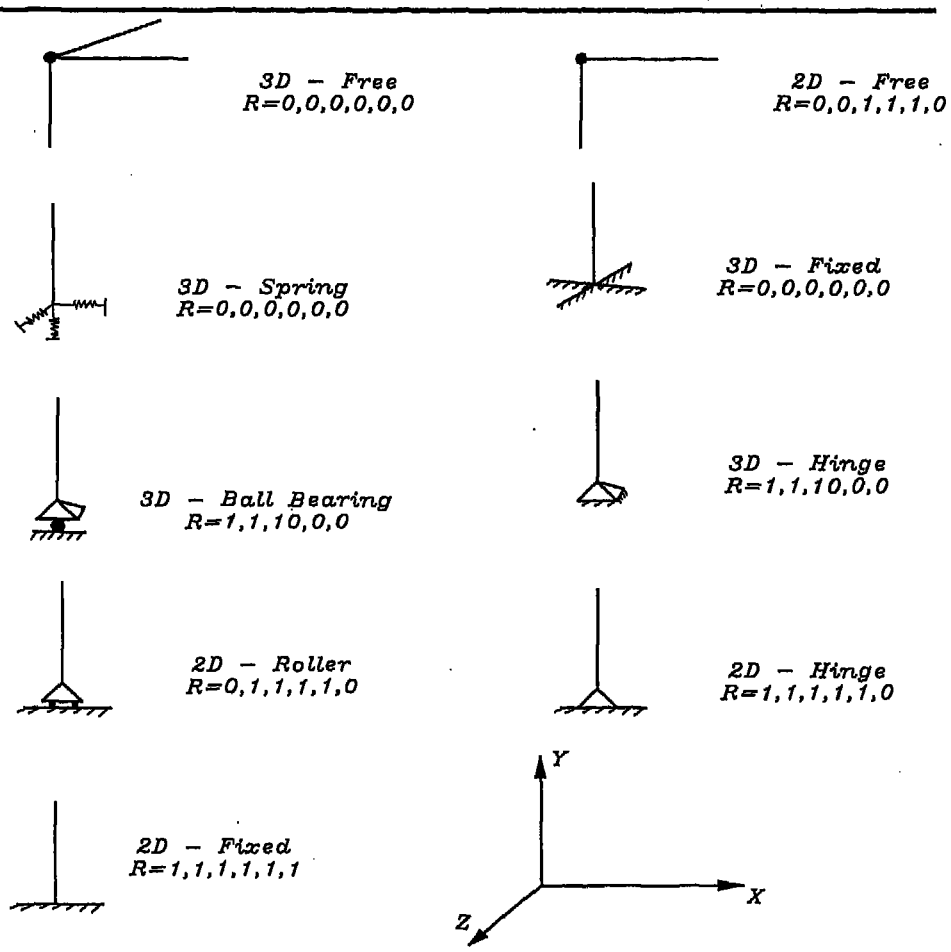
من المنطقي انه لا يمكن وضع أحمال في اتجاهات مقيدة، لأن هذه الأحمال لابد وأن تسبب إزاحات معينة في اتجاه تأثيرها، وبالتالي فعند تحليل المنشأ سوف نتوقع ظهور قيم للإزاحات في الاتجاهات الحرة.

والبرنامج يعتبر جميع النقاط حرة الحركة في جميع الاتجاهات عدا تلك التي يتم تقييد حركتها.

ومن الطبيعي أن درجات الإزاحة كلها أو بعضها تكون مقيدة عند نقط الارتكاز وبالتالي يمكن تحديد نوعيات نقاط الإرتكاز أيضا بهذا الأسلوب.

وفيما يلي شكل توضيحي يبين درجات الحرية لنقاط إرتكاز مختلفة حيث يعني الرمز 1 درجة حرية مقيدة والرمز 0 درجة حرية غير مقيدة.

والشكل (٦) يبين قيود النقاط في الأوضاع المختلفة .



شكل (٦) تقييد النقاط

١-٤- التحميل على يايات (زنبرك) Springs:

عند وجود منشأ محمل على ياي (زنبرك) عند نقطة أو أكثر وفي اتجاه واحد أو اكثر يراعى عدم تقييد الحركة في هذه الاتجاهات، حيث يتم بعد ذلك تحديد ثوابت الياي في الاتجاهات المختلفة .

Spring Constant K=Kux,Kuy,Kuz,Krx,Kry,Krz
Where:

Kux,Kuy,Kuz	**Spring Constants defines the spring translational stiffness in units of force/units of displacements**

Krx,Kry,Krz	**Spring Constants defines the spring rotational stiffness in units of moment /units of radian rotation**

يلاحظ أن هذه الثوابت يجب التعبير عنها بالنسبة للمحاور العامة وليس المحاور المحلية، وعند حدوث تكرار في تعريف ثوابت الياي لنفس النقطة فإن الثابت الجديد يضاف للثابت القديم ولا يحل محله.

١-٥- تطابق الإزاحات Constraints:

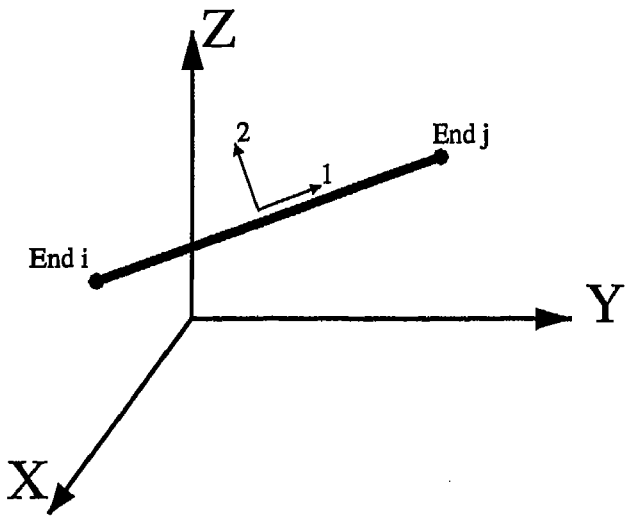
عند إدخال منشأ به مجموعة من النقاط تتحرك معا في بعض الاتجاهات بقيم إزاحة متساوية فإنه من المفيد تحديد هذه النقاط للبرنامج-مثال ذلك مجموعة من النقاط على بلاطة خرسانية في المستوى(X-Y) تتعرض لأحمال موزعة عمودية عليها فهذه النقط عادة ما تكون لها قيم إزاحات مختلفة في اتجاه الأحمال، أما في الاتجاهين X,Y فغالبا ما تتحرك هذه النقاط معا لو تعرض المنشأ لأي أحمال جانبية وهذا ما يعرف بتطابق (أو تساوي) الإزاحات، وعندما يكون المنشأ كبير الحجم فإن تحديد النقاط المتطابقة الإزاحات للبرنامج يوفر في عدد المعادلات التي يكونها البرنامج لتحليل المنشأ مما يقلل من زمن وحجم تحليل المنشأ.

يمكن الاستفادة من ذلك في جعل الاستطالة المحورية **Axial Deformation** لبعض العناصر الإطارية تساوي صفر، ففي الكمرات مثلا يمكن جعل جميع النقط على محور الكمرة لها نفس الإزاحة خلال درجة الحرية في اتجاه محور الكمرة، وبالطبع يجب ملاحظة أن تحويل الاستطالة المحورية للقيمة صفر سيجعل القوى المحورية أيضا تساوي صفر .

وكذلك عند الرغبة في ربط جزأين منفصلين يتم ربط درجات الحرية للنقط على خط الاتصال بين الجزأين فيصبح الجزأين جزأ واحدا.

١-٦-الأجزاء الإطارية:

الأجزاء الإطارية Frame Elements هي أجزاء المنشأ التي لها بعد طويل جدا (الطول) مقارنة بالبعدين الآخرين (العرض والإرتفاع) وهذه العناصر تستخدم لتمثيل الأعمدة والكمرات والعناصر الإطارية Frame Members والجمالونية Truss Members وما شابهها شكل (٧).



شكل (٧)عنصر إطاري

ويتم تمثيل العنصر الإطاري بنقطة بداية i ونقطة نهاية j وخواص قطاع، ولكل عنصر إطاري محاوره المحلية الخاصة، ويتم تحديد خواص وأبعاد القطاع بالنسبة للمحاور المحلية الخاصة به، أما خواص المادة لمادة العنصر الإطاري فيتم تحديدها مسبقا ومن هذه الخواص معامل المرونة Modulus of Elasticity ومعامل القص Shear Modulus ونسبة بوسون Poisson's Ratio والوزن النوعي والكثافة.

والبيانات الأساسية الستة التي يجب تعريفها لأي عنصر هي:

- مساحة القطاع Cross Sectional Area
- عزم القصور الذاتي Moment of Inertia حول المحاور المحلية ٢،٢
- ثابت اللي Torsional Constant
- مساحات مقاومة القص Shear Areas لمقاومة القص في المستويين المحليين ١-٢، ١-٣ .

وهذه البيانات الستة يمكن تحديدها للبرنامج مباشرة أو باختيار قطاع معين من قاعدة بيانات البرنامج حسب شكل القطاع Shape Type الذي يحدده المستخدم عن طريق المتغير SH الذي يأخذ عدة رموز يرمز كل منها إلى قطاع معين SH=R,P,B,I,C,T,L,2 أو بإدخالها مباشرة مع جعل SH=G(general section)، وبالطريقة الأولى يتم حساب خواص القطاع الستة أوتوماتيكيا.

أما بالنسبة للقطاعات المعدنية فالمتغير SH يأخذ قيما أخرى تعبر عن القطاع المستخدم مثل: SH=W27X94 or 2L4X3X1/4 ويتم حساب خواص هذه القطاعات من قاعدة بيانات خاصة بالقطاعات المعدنية وملحقة أيضا بالبرنامج.

ورموز القطاعات السابقة تعني:

قطاع مستطيل	Rectangular Section	SH=R
قطاع دائري	Pipe Section (Hollow or Solid)	SH=P
قطاع مستطيل ومجوف	Box Section	SH=B
قطاع بشكل حرف I	I-Section	SH=I
قطاع بشكل حرف C	Channel Section	SH=C
قطاع بشكل حرف T	T-Section	SH=T
قطاع زاوية	Angle Section	Sh=L
قطاع من زاويتين	Double Angle Section	Sh=2L

وقواعد البيانات الملحقة بالبرنامج والتي يتم منها الحصول على الخواص الهندسية للقطاعات المختلفة هي :

ASIC.PRO American Institute of Steel Construction Shapes

قاعدة بيانات المعهد الأمريكي لقطاعات تشكيل الحديد الصلب

CISC.PRO Canadian Institute of Steel Construction Shapes

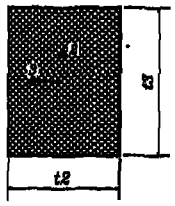
قاعدة بيانات المعهد الكندي لقطاعات تشكيل الحديد الصلب

SECTIONS.PRO Just a Copy of AISC.PRO

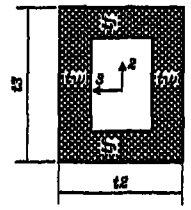
نسخة من قاعدة البيانات الأمريكية، وهي النسخة التي يتعامل من خلالها البرنامج ما لم يتم اختيار قاعدة بيانات أخرى.

ويمكن للمستخدم إضافة أو إعداد قواعد بيانات أخرى لاستخدامها خلال البرنامج وذلك من خلال برنامج **PROPER** الذي يمكن طلبه من الشركة منتجة البرنامج.

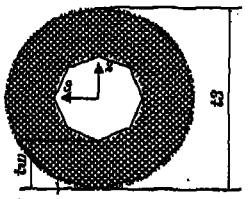
وأشكال القطاعات داخل قواعد البيانات السابقة تخزن بنفس إسم نفس قاعدة البيانات مع إمتداد **LBL** مثال ذلك أسماء القطاعات التابعة لقاعدة البيانات **CISC.PRO** مسجلة بإسم **CISC.LBL** وهذه الملفات ملفات نصوص يمكن تصفحها وطباعتها بأي برنامج معالجة نصوص عادي.



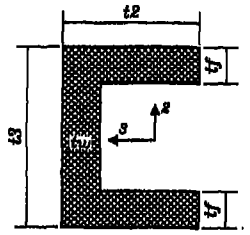
SH=R



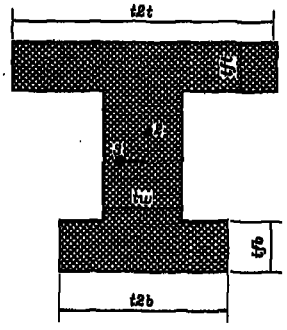
SH=B



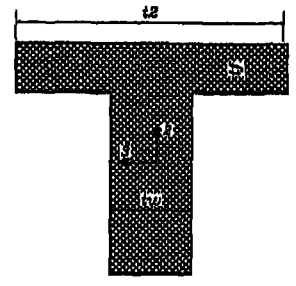
SH=P



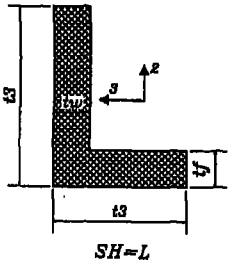
SH=C



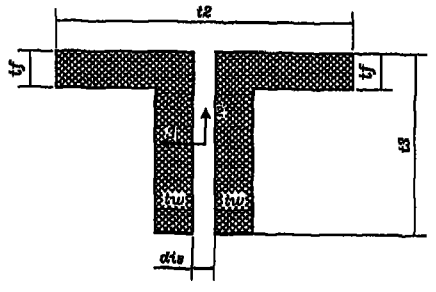
SH=I



SH=T



SH=L



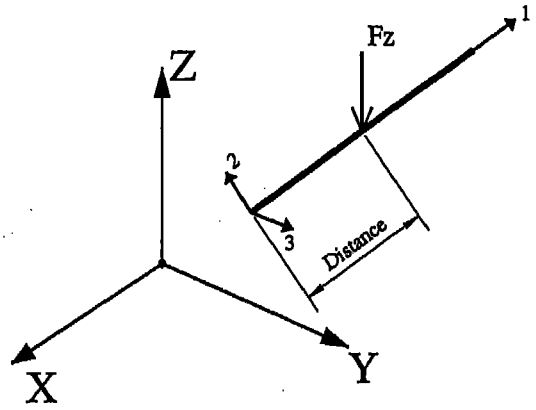
SH=2L

شكل (٨) القطاعات التي يتم حساب خواصها أوتوماتيكيا

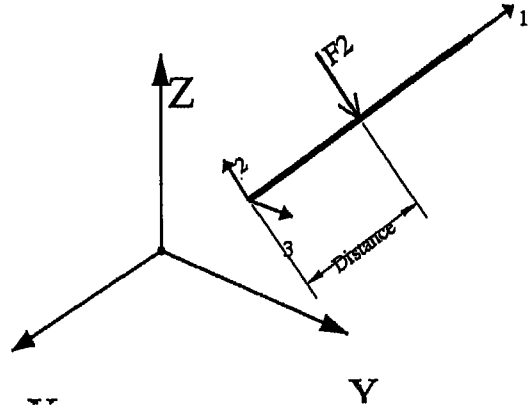
ويتم تحديد الأحمال المؤثرة على العناصر الإطارية سواء أكـــانت أحمـــال مركزة أو موزعة كما يلي:

➢ الأحمال المحورية و الأحمال المركزة :

يتم تحديد الأحمال المحورية أو الأحمال المركزة (قوى أو عزوم) المؤثـــرة على العنصر الإطاري بتحديد قيمتها ونقطة تأثيرها مقاسة من نقطة البداية للعنصر بمسافة معينة أو نسبة من طول العنصر ثم تحديد اتجاهها محددا بالنسبة للمحـــاور العامة أو المحاور المحلية للعنصر- شكل (١٠،٩).



شكل (٩) موضع قوة مركزة بالنسبة للمحاور العامة



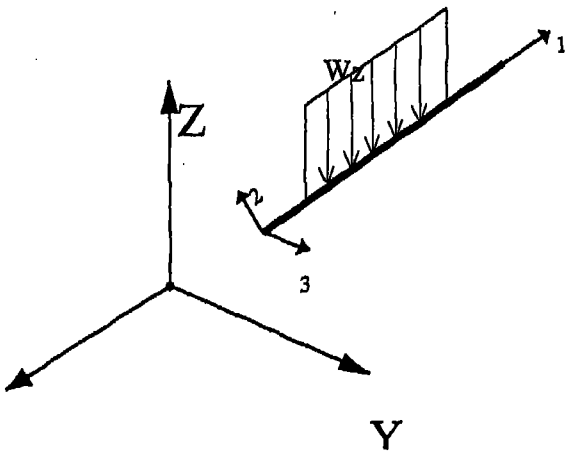
شكل (١٠) موضع قوة مركزة بالنسبة للمحاور المحلية

في الشكل السابق يتم تعريف القوة المركزة Fz بالنسبة للمحاور العامة بتحديد قيمتها واتجاهها بالنسبة للمحور Z (فى هذه الحالة فى الاتجاه السالب لمحور Z) وبعد نقطة تأثيرها عن نقطة بداية العنصر محددة بمسافة أو نسبة من طول العنصر.

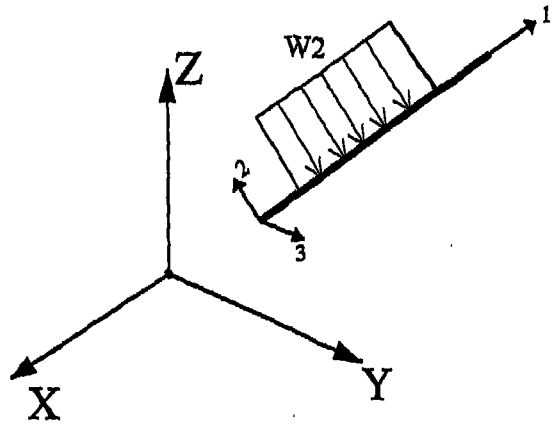
أما القوة المركزة F2 يتم تعريفها بالنسبة للمحور المحلى ٢ وتؤثر في الاتجاه السالب للمحور.

➢ الأحمال الموزعة:

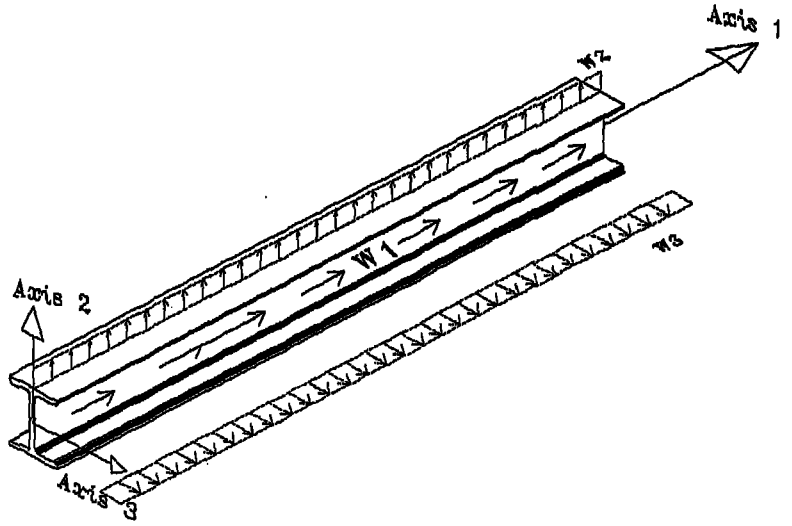
يمكن تمثيل الأحمال الموزعة خلال طول العنصر إضافة إلى وزنه النوعي كما بالشكل (١١) وتكون الأحمال الموزعة على كامل طول العنصر أو على جزء منه وهى إما قوى أو عزوم موزعة بانتظام أو متغيرة القيمة ويمكن تحديد اتجاهاتها بالنسبة للمحاور العامة أو المحاور المحلية للعنصر .



شكل (١١) حمل موزع منسب إلى المحاور العامة

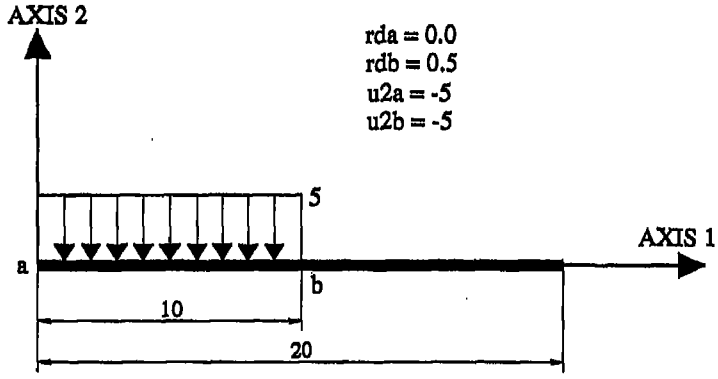


شكل (١٢) حمل موزع منسب إلى المحاور المحلية



شكل (١٣) أحمال موزعة منتظمة على عنصر إطاري

الشكل (١١) يمثل أحمال موزعة على عنصر في اتجاه المحاور العامة في الاتجاه السالب للمحور العام Z والشكل (١٢) يمثل شكل حمل موزع على عنصر نسبة للمحاور المحلية للعنصر- في الاتجاه السالب للمحور المحلى ٢ والشكل (١٣) يمثل الاتجاهات الموجبة للأحمال الموزعة على عنصر إطاري بالنسبة لمحاوره المحلية والشكل (١٤) يمثل مجموعة من الأحمال غير المنتظمة على عنصر إطاري .



شكل (١٤ أ) حمل على جزء من العنصر

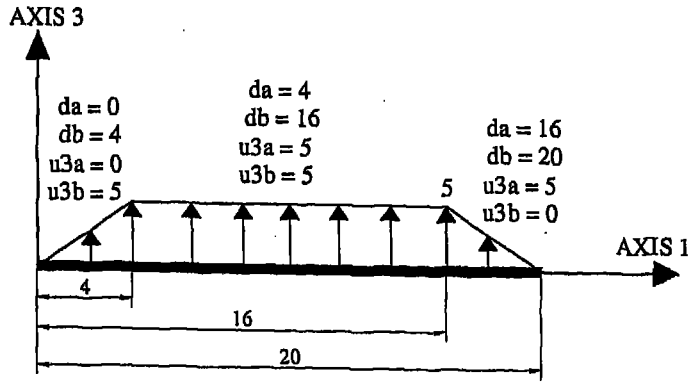
حيث :

rda النسبة بين بعد النقطة الأولى من البداية وطول العنصر .

rdb النسبة بين بعد النقطة الثانية من البداية وطول العنصر .

u2a قيمة الحمل عند النقطة الأولى a فى اتجاه محور ٢ .

u2b قيمة الحمل عند النقطة الثانية b فى اتجاه محور ٢ .



شكل (١٤ ب) حمل شبه منحرف على جزء من العنصر

يتم تقسيم شبه المنحرف إلى ثلاث أقسام كل قسم له نقطة بداية **a** ونقطة نهاية **b**

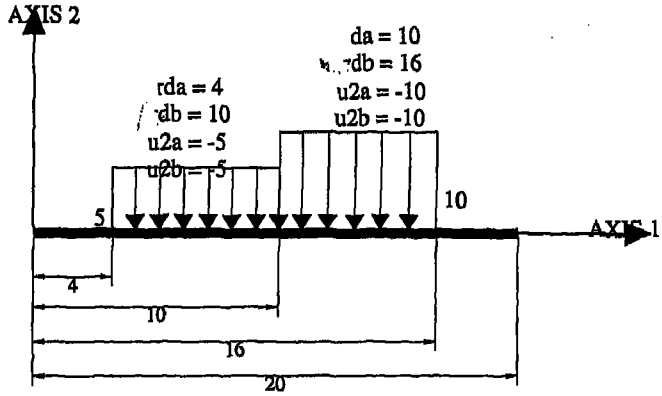
حيث :

da النسبة بين بعد النقطة الأولى من البداية وطول العنصر .

db النسبة بين بعد النقطة الثانية من البداية وطول العنصر .

u3a قيمة القوة عند النقطة الأولى **a** في اتجاه محور ٣ .

u3b قيمة القوة عند النقطة الثانية **b** في اتجاه محور ٣ .



شكل (١٤ ج) حمل موزع غير منتظم

فى شكل (١٤ ج) يتعرض العنصر لحمل مقسم إلى جزئين مختلفين فى القيمة فيتم التعامل مع كل جزء على حده وله نقطة بداية ونقطة نهاية.

➢ الأحمال الحرارية :

عندما يتم تعريض العنصر الإطاري لأحمال التغير في درجات الحـــرارة تتولد استطالة محورية (Strain) وانحناءات بقيم تتناســب مــع معــامل التمــدد الحراري لمادة العنصر وقيمة التغير في درجة الحرارة، وذلك كما يلي:

- استطالة محورية Axial Strain بسبب التغير فى درجة الحرارة على
- كامل القطاع (t)
- انحناءات في المستوى المحلي ١-٢ بسبب التغير في درجة الحــرارة فــي اتجاه المحور المحلى ٢ (t2)
- انحناءات في المستوى المحلي ١-٣ بسبب التغير في درجة الحــرارة فــي اتجاه المحور المحلى ٣ (t3)

ملحوظة :

تدرج درجات الحرارة عبارة عن التغير في الحـــرارة بالنســبة لوحــدة الأطوال ويكون هذا التدرج موجبا إذا كان التغير بالزيادة فــي الاتجــاه الموجــب للمحور المحلى الحادث في اتجاهه هذا التغير، كما يكون ســالبا إذا كــان التغــير بالزيادة في الاتجاه السالب لهذا المحور.

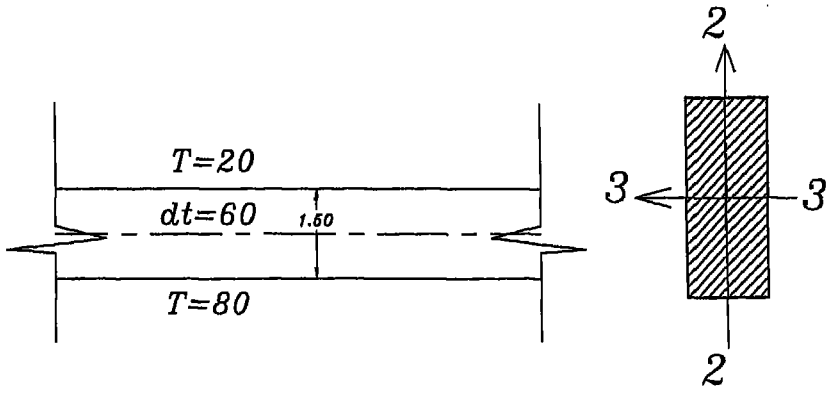
مثال : -

عنصر إطاري معرض لدرجة حرارة ٨٠ درجة من الداخـــل ودرجــة حرارة ٢٠ درجة من الخارج فيكون مقدار التغير في درجــة الحــرارة هــو ٦٠ درجة شكل (١٥)، وباعتبار وحدة الأطوال هي المتر فيكون معدل تغــير درجــة الحرارة خلال العنصر هو

-60 / 1.50 = -40 degree / meter

والإشارة السالبة لان معدل الزيادة عكس الاتجــاه الموجــب لمحــور ٢،

والطول ١,٥ هو طول القطاع في اتجاه تغير درجة الحرارة. ومعدل التغير في اتجاه المحور المحلي ٣ يساوى صفر.



شكل (١٥) تغير الحرارة لعنصر إطاري فى اتجاه محور ٢

➢ الأحمال الناتجة عن سبق الإجهاد Prestress .

ظهرت الحاجة لسبق الإجهاد عند وجود أحمال عالية جدا مع الحاجة لتقليل حجم القطاعات، مثل الأحمال التي تتعرض لها الكباري الخرسانية الضخمة، وكذلك لتقليل قيم الترخيم Deflection الحادثة لهذه القطاعات، وسبق الإجهاد يعتمد على دراسة الإجهادات المتوقع حدوثها للعنصر، ومن ثم تسليحه بكابلات خاصة وبشكل معين ويتم التأثير عليها بإجهادات عكس المتوقع حدوثها ومن ثم يمكن مضاعفة حجم الأحمال التي يمكن أن يتعرض لها هذا القطاع.

وعند استخدام قطاعات معرضة لأحمال سبق الإجهاد خلال البرنامج يجب الأخذ بالاعتبار الافتراضات التالية:

- ثبات قوى الشد في الكابل خلال طول العنصر وعدم تأثرها بانحناءات العنصر أثناء التحميل.
- يأخذ منحنى الكابل شكل البارابولا Parabolic Shape
- تطابق انحناءات الكابل مع انحناءات العنصر.

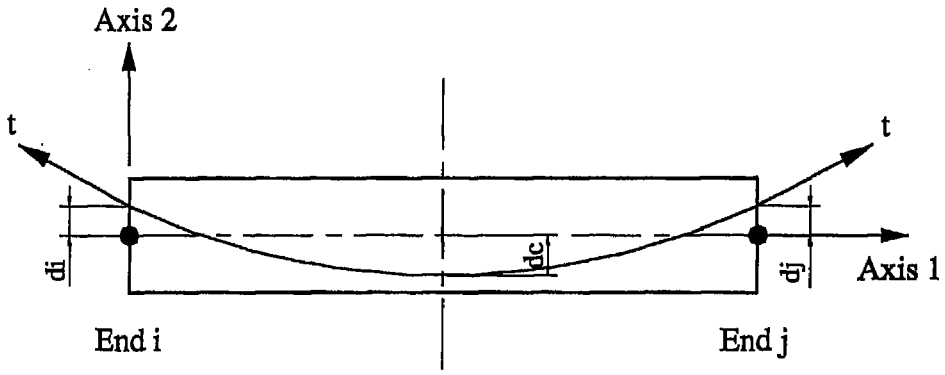
وينتج من استخدام كابلات سبق الإجهاد القوى والعزوم التالية:

-قوى شد عند نقطتي البداية والنهاية (i و j) للعنصر

- عزوم عند النقطتين (i و j) تتناسب مع القيم di و dj على التوالى -شكل (١٦).

- قوى قص عند النقطتين (i و j) تتناسب مع شكل الكابل عند النهايتين i و j على التوالى .

- حمل موزع على طول العنصر يتناسب مع إنحناء الكابل.



شكل (١٦) أحمال سبق الاجهاد لعنصر إطاري

➢ ردود الأفعال الداخلية للعناصر الاطارية:

يتم التعامل مع ردود الأفعال الداخلية للعناصر والناتجة بسبب الأحمال المختلفة التي يتعرض لها العنصر من خلال المحاور المحلية للعنصر، وتشمل:

P	Axial Force القوة المحورية
V2	Shear Force in the 1-2 Plane قوى القص في المستوى ١-٢
V3	Shear Force in the 1-3 Plane قوى القص في المستوى ١-٣
T	Axial Torque اللي المحوري
M2	Bending Moment in the 1-3 Plane (about 2-axis) العزوم في المستوى ١-٣ (أي العزوم حول محور ٢)

M3 Bending Moment in the 1-2 Plane (about 3-axis)

العزوم في المستوى ١-٢(أي العزوم حول محور ٣)

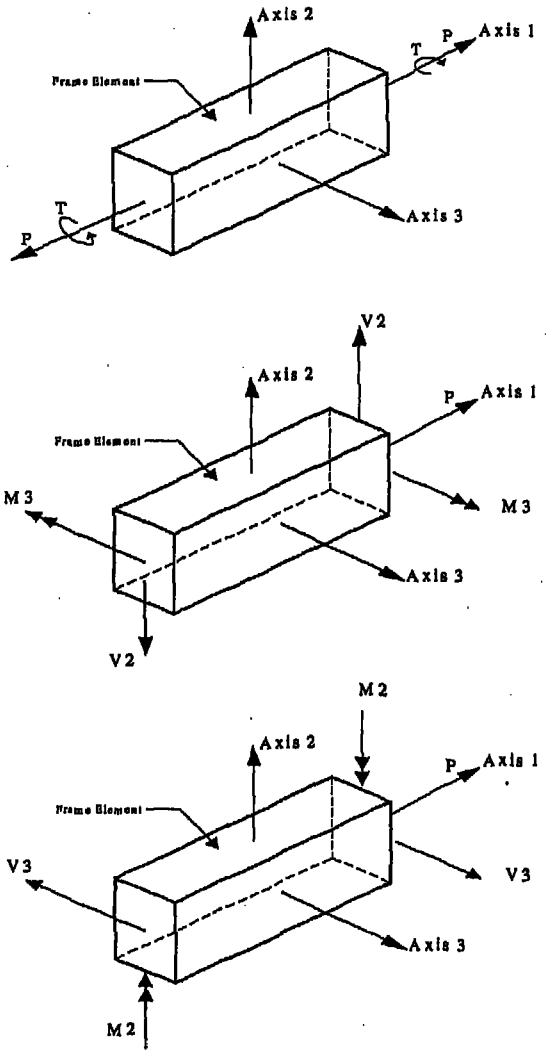
والشكل (١٨) يبين الإتجاهات الموجبة لردود الأفعال الداخلية، ويتم استعراض قيم ردود الأفعال الداخلية من خلال المخرجات المجدولة لنتائج البرنامج بنفس الرموز السابقة وفيما يلي جزء من ملف المخرجات لردود الأفعال الداخلية لبعض العناصر الإطارية بمنشأ ما (شكل١٧):

```
F R A M E  E L E M E N T  I N T E R N A L  F O R C E S

ELEM       1 ================== LENGTH = 12.000000

LOAD       1 ------------------

REL DIST          P           V2          V3          T          M2          M3
0.00000   -9.73E-11  -1.00000E+3  7.35E-13  2.02612E+3  -1.35E-12  7.20000E+4
0.50000   -9.73E-11  -1.00000E+3  7.35E-13  2.02612E+3   3.06E-12  7.80000E+4
1.00000   -9.73E-11  -1.00000E+3  7.35E-13  2.02612E+3   7.47E-12  8.40000E+4

SPEC SPEC ----------------

REL DIST          P           V2          V3          T          M2          M3
0.00000 126.377896    68.323489   0.972230  89.135262   1.878252  3.19034E+3
0.50000 126.377896    68.323489   0.972230  89.135262   3.955129  3.58275E+3
1.00000 126.377896    68.323489   0.972230  89.135262   9.788509  3.97870E+3

COMB BOTH ---------------- MAX

REL DIST          P           V2          V3          T          M2          M3
0.00000 126.377896  -931.676511  0.972230  2.11526E+3   1.878252  7.51903E+4
0.50000 126.377896  -931.676511  0.972230  2.11526E+3   3.955129  8.15828E+4
1.00000 126.377896  -931.676511  0.972230  2.11526E+3   9.788509  8.79787E+4

COMB BOTH ---------------- MIN

REL DIST          P           V2          V3          T          M2          M3
0.00000 -126.377896 -1.06832E+3 -0.972230  1.93699E+3  -1.878252  6.88097E+4
0.50000 -126.377896 -1.06832E+3 -0.972230  1.93699E+3  -3.955129  7.44172E+4
1.00000 -126.377896 -1.06832E+3 -0.972230  1.93699E+3  -9.788509  8.00213E+4

ELEM 2 ================== LENGTH = 12.000000

LOAD 1 ------------------

REL DIST          P           V2          V3          T          M2          M3
0.00000   -9.73E-11  -1.00000E+3 -7.35E-13 -2.02612E+3   1.35E-12  7.20000E+4
0.50000   -9.73E-11  -1.00000E+3 -7.35E-13 -2.02612E+3  -3.06E-12  7.80000E+4
1.00000   -9.73E-11  -1.00000E+3 -7.35E-13 -2.02612E+3  -7.47E-12  8.40000E+4
```

SPEC SPEC ----------

REL DIST	P	V2	V3	T	M2	M3
0.00000	126.377896	68.323489	0.972230	89.135262	1.878252	3.19034E+3
0.50000	126.377896	68.323489	0.972230	89.135262	3.955129	3.58275E+3
1.00000	126.377896	68.323489	0.972230	89.135262	9.788509	3.97870E+3

شكل (١٧) المخرجات المجدولة لبعض العناصر الإطارية



شكل (١٨) الاتجاهات الموجبة لردود الأفعال الداخلية

ونظرا لأن المستخدم عادة ما يمثل المنشأ بأبعاده المحورية .CL-.CL، وبالتالي يقوم البرنامج بتحليل المنشأ بناء على هذه الأبعاد، فإن هذا يؤدى إلى عدم دقة الحل للعناصر الإنشائية ذات القطاعات الكبيرة حيث تكون قيم ردود الأفعال الداخلية الفعلية أقل من تلك الناتجة حسابيا، لذا يتم أخذ ذلك في الإعتبار عن طريق متغير يسمى **End Offset**، حيث يأخذ البرنامج في الاعتبار أبعاد القطاعات المستخدمة ومدى التداخل **Overlap** بينها.

عند الرغبة في تحرير عنصر إطاري من العزوم عند نهاية معينة وكأنه مثبت مفصليا **Hinged** عند هذه النقطة، أو عند وجود عنصر جمالوني **Truss Member** داخل منشأ إطاري فيمكن تحقيق ذلك من خلال متغير يسمى **End Release**، حيث يتم ذلك بتحرير درجات الحرية المطلوبة فيتم إلغاء ردود الأفعال الداخلية المرتبطة بهذه الدرجات. مع مراعاة أن تحرير درجات الحرية يجب ألا يخل باستقرار المنشأ **Structure Stability**.

عند تحليل العناصر الإطارية يعطي البرنامج نتائج التحليل عند بداية ونهاية كل عنصر، وكذلك عند عدد اختياري من الأماكن توزع بالتساوي خلال طول العنصر.

عند تحديد مكان عنصر إطاري يتم تحديده بين نقطتين محددتين مسبقا ومعروفة الإحداثيات يتم اعتبارهما نقطتي البداية والنهاية للعنصر ويعرف بهما ويتم تمثيله بخط مستقيم يصل بينهما.

يتم تحديد المحاور المحلية للعنصر الإطاري (1,2,3) بحيث يكون المحور الأول (1) متجها خلال طول العنصر ممثلا محور العنصر واتجاهه الموجب من نقطة بداية العنصر إلى نقطة نهايته، وعليه يجب مراعاة ذلك عند تحديد نقط البداية والنهاية للعناصر، أما المحوران الآخران يتعامدان على محور العنصر وفي اتجاهات اختيارية يحددها المستخدم مع الحفاظ على العلاقة بينهما تبعا لقاعدة اليد اليمنى، ويمكن بسهولة اختيار الاتجاهات الافتراضية **Default Orientation** التي

يحددها البرنامج أو يتم تحديدها حسب رغبة المستخدم بطرق أخرى.

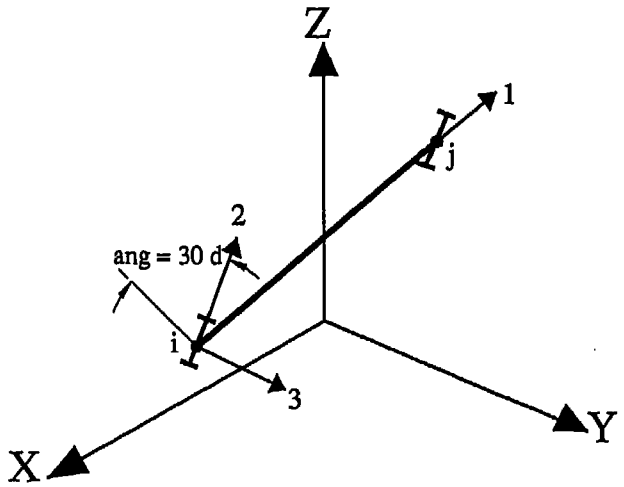
والاتجاهات الافتراضية للمحاور ٢،٣ يتم تحديدها بالعلاقة بين محـــور ١ المحلي ومحور Z العام كما يلي:

- المستوى المحلي ١-٢ يكون رأسيا (موازيا للمحور العام Z)
- يتم تحديد اتجاه المحور ٢ موازيا لاتجاه المحور Z إلا إذا كـــان العنصـــر رأسيا في هذه الحالة يتم تحديد اتجاه المحور ٢ أفقيا موازيا للاتجاه الموجـب للمحور X.
- أما المحور رقم ٣ فيكون دائما أفقيا (واقعا في المستوى X-Y)
- يتم إعتبار العنصر رأسيا إذا كانت الزاوية بين المحور المحلي ١ والمحـور العام Z اقل من ٠,٠٠١ ، ولأن الزاوية بين المحـــور المحلـــي٢ والمحـــور الرأسي هي نفسها الزاوية بين المحور المحلي١ والمستوى الأفقي فهذا يعنـي أن المحور المحلي ٢ يتجه رأسيا إلى أعلى للعناصر الأفقية.

وفي حالة إختلاف اتجاه العنصر عن الاتجاه الإفتراضي يتم تحديـد قيمة زاوية ang. تحدد زاوية دوران المحورين ٢،٣ حول المحور ١ مقاسة من الاتجاه الإفتراضي، والقيمة الموجبة للزاوية تكون عكس اتجاه عقـارب الساعة من الاتجاه الموجب للمحور المحلي ١.

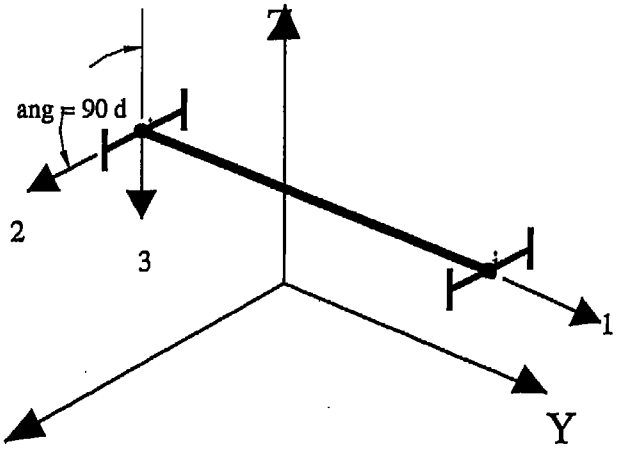
أما بالنسبة للعناصر الرأسية تكون هذه الزاوية مقاسة بين المحـور المحلي ٢ والاتجاه الموجب للمحور العام X، وبطريقة أخـــرى فالزاويـــة ang. هي الزاوية بين المحور المحلي ٢ والمستوى الرأســـي الواقـــع بـــع المحور المحلي ١.

والشكل (١٩) يوضح أوضاع المحاور الخاصة والعامة .



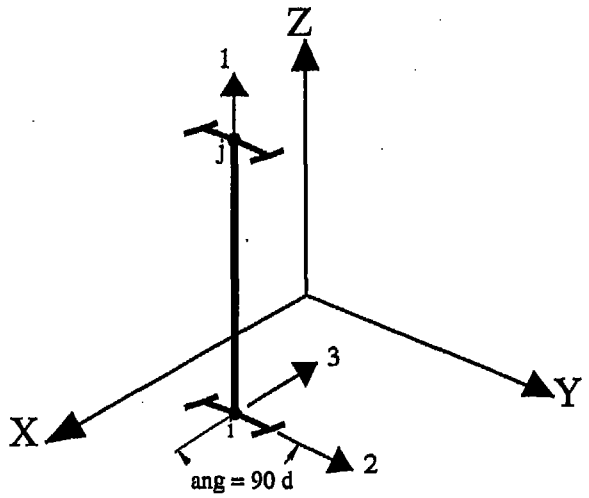
شكل (١٩ أ)

Local 1 Axis is Not Parallel to X , Y or Z Axis
Local 2 Axis is Rotated 30 degree from Z-1 Plane



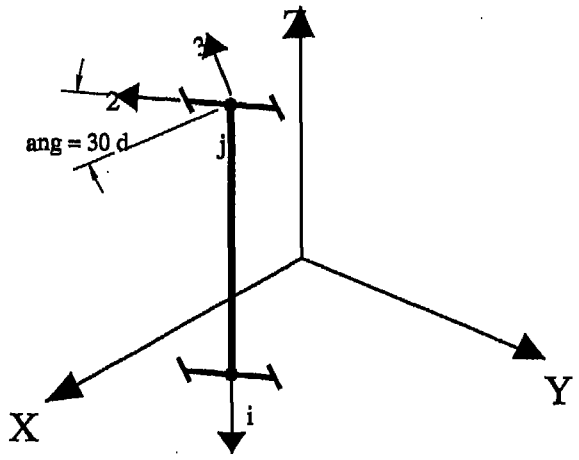
شكل (١٩ ب)

Local 1 Axis is Parallel to + Y
Local 2 Axis is Rotated 90 degree from Z-1 Plane



شكل (١٩ ج)

Local 1 Axis is Parallel to +Z
Local 2 Axis is Rotated 90 degree from X-1 Plane



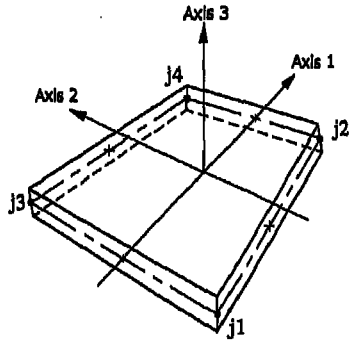
شكل (١٩ د)

Local 1 Axis is Parallel to -Z
Local 2 Axis is Rotated 30 degree from X-1 Plane

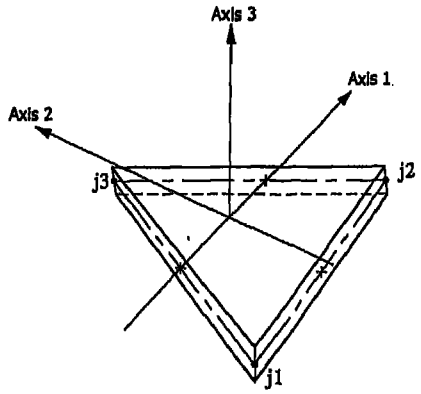
١ – ٧ – العناصر القشرية Shell Elements:

العناصر القشرية هي الأجزاء المسطحة من المنشآت والتي يكـــون أحـــد أبعادها صغير جدا (السمك) بالنسبة للبعدين الآخرين (الطول والعرض) ومثال ذلك البلاطات الخرسانية والقباب والأغشية الإنشائية وما شابهها .

والعناصر القشرية قد تكون رباعية أو ثلاثية الشكل، ويتم تحديـــد موقـــع العنصر القشري عن طريق إحداثيات النقاط المحددة لأركان العنصر، كما يتم تحديد اتجاه المحاور المحلية للعنصر كما يلي:



عنصر قشري رباعي
يتكون من ٦ اوجه



عنصر قشري ثلاثي
يتكون من ٥ اوجه

شكل (٢٠) المحاور المحلية للعناصر القشرية

- المحور المحلي رقم ١ يقع في الاتجاه من منتصف المسافة بين النقطتين j1 و j3 إلى منتصف المسافة بين النقطتين j2،j4 والمحور ٢ يكون عموديا على المحور ١ في مستوى العنصر والمحور ٣ يكون دائما عموديا على مستوى العنصر (المستوى ١ - ٢)
- عند اختيار شكل العناصر القشرية يجب مراعاة ما يلي:

- الزاوية الداخلية لأى ركن لا تزيد عن ١٨٠ درجة، ويفضل أن تتراوح قيمتها من ٤٥ إلى ١٣٥ درجة والحالة الأفضل عندما تقترب الزاوية من ٩٠ درجة .
- نسبة الاستطالة للعنصر يجب أن تكون أقل ما يمكن، ونسبة الاستطالة للعنصر الثلاثي هى النسبة بين أطول ضلع واقصر ضلع ونسبة الاستطالة للعناصر الرباعية هي النسبة بين أطول مسافة بين منتصفي ضلعين متقابلين وأقصر مسافة بين منتصفي الضلعين الآخرين، ونسبة الاستطالة المثالية هي التي تقترب من الواحد الصحيح.
- لا يشترط أن تكون جميع نقاط العنصر الرباعي في مستوى واحد.

- **سلوك العناصر القشرية :**

يتم تقسيم قطاعات العناصر القشرية من حيث السلوك إلى ثلاثة أنواع:

- **العنصر الغشائي Membrane Element :**

وهو العنصر الذي يسلك السلوك الغشائي من حيث مقاومة الأحمال والإستطالة. وهو السلوك الغشائي **Membrane Behavior** هو سلوك يتيح للعنصر جساءة **Stiffness** تقاوم الإزاحة في مستوى العنصر إضافة إلى جساءة تقاوم الدوران في اتجاه عمودي على مستوى العنصر. وهذا لا ينطبق

على البلاطات أو القباب الخرسانية المعتادة ولكن ينطبق على منشآت من مواد خاصة تتيح لها الاستطالة في اتجاهات واقعة في مستواها كالأغشية الإنشائية Structural Membranes.

- العنصر المقاوم للعزوم Plate Bending Element :

وهو العنصر التقليدي الذي يسلك سلوك البلاطات المستوية المقاومة للعزوم في مستويات عمودية على مستوى العنصر Plate Bending Behavior ، وهو سلوك يتيح للعنصر جساءة تقاوم العزوم في اتجاهين خارج مستوى العنصر وجساءة تقاوم الإزاحة في اتجاه عمودي على مستوى العنصر، وبالتالي فهذه العناصر تكون الإزاحات الحاصلة بها عبارة عن دوران في اتجاهين خارج مستوى العنصر وإزاحة في اتجاه عمودي على العنصر، وهذا ما يناسب تماما سلوك البلاطات الخرسانية المعتادة بأنواعها.

- العنصر القشري Shell Element :

وهو العنصر القشري الذي يسلك سلوكا يجمع بين الحالتين السابقتين من حيث مقاومته للعزوم العمودية على مستواه إضافة إلى الأحمال المؤثرة في مستوى العنصر.

- **درجات الحرية للعناصر القشرية .**

جميع نقاط العنصر القشري يسمح لها بالحركة في الاتجاهات الفراغية الستة (Ux , Uy , Uz , Rx , Ry , Rz) عدا نقاط الارتكاز فيتم تقييد بعض اتجاهات الحركة بالصورة التي تكفي لاستقرار المنشأ.

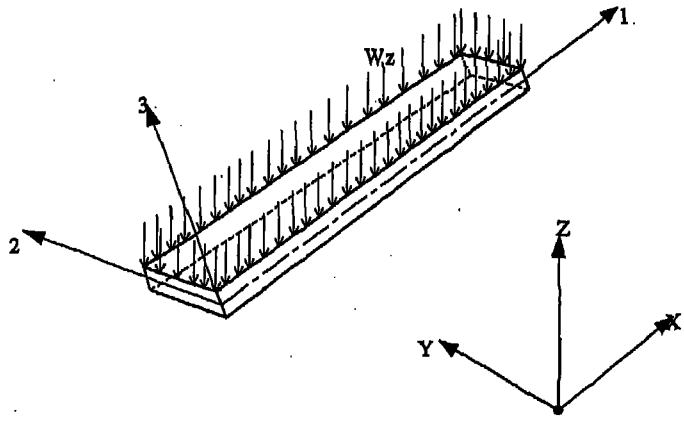
- **الأحمال التي يتعرض لها العنصر القشري .**

١ - الحمل الذاتي للعناصر Self Weight

وهو ما يساوي وزن المنشأ النوعي مضروبا في سمك العنصر في المعامل المناسب.

٢ - الحمل الموزع Uniform Load

الحمل الموزع هو الحمل الموزع المؤثر على سطح العنصر كوحدة قـــوة على وحدة مساحة في اتجاه المحاور العامة أو المحاور المحلية للعنصر .

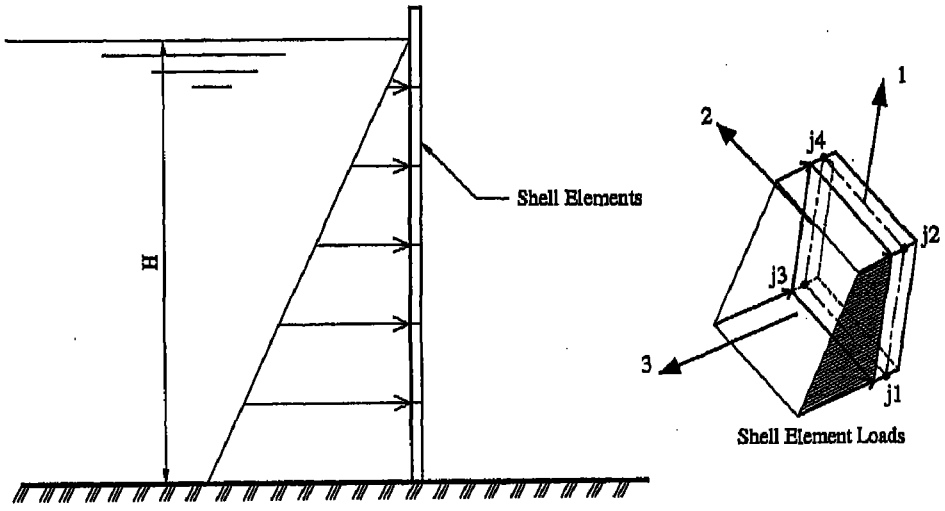


شكل (٢١) شريحة فى عنصر قشري معرض لحمل موزع منتظم في الاتجاه السالب للمحور العام Z

٣ - قوى الضغط Pressure Loads

هي أحمال الضغط على الأسطح الخارجية للعنصر وتؤثر على أي سطح من الأسطح الستة في العنصر الرباعي أو الأسطح الخمسة في العنصر الثلاثي وتكون دائما عمودية عل السطح المؤثرة عليه والاتجاه الموجب للضغط يكون مع اتجاه المحاور المحلية للعنصر (إلى داخل العنصر) .

ويمكن عن طريق قوى الضغط تعريف أشكال قوى موزعة غير منتظمة على العناصر وتعريف ضغوط هيدروليكية على المنشأ .



شكل (٢٢) أحمال ضغط على عنصر قشري في الاتجاه السالب للمحور٣

٤ - أحمال الحرارة Temperature Load

عند تعرض المنشأ لأحمال حرارية فإن ذلك يسبب استطالة لعناصر المنشأ تتناسب مع مقدار التغير في درجة الحرارة ومعامل التمدد الحراري لمادة العنصر.

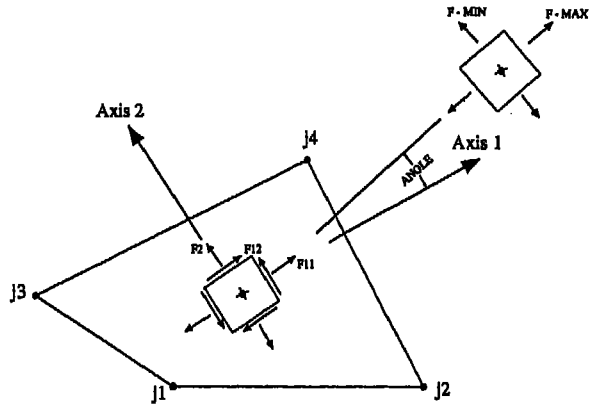
ودرجة الحرارة إما ان تؤثر بقيمة ثابتة t على كامل القطـــاع وتســبب إستطالات محورية، أو تغير في درجة الحرارة خلال سمك العنصر ما بين درجــة حرارة معينة تؤثر على قطاع العنصر من الخارج ودرجة أخرى أقل أو أكبر تؤثر على قطاع العنصر من الداخل.

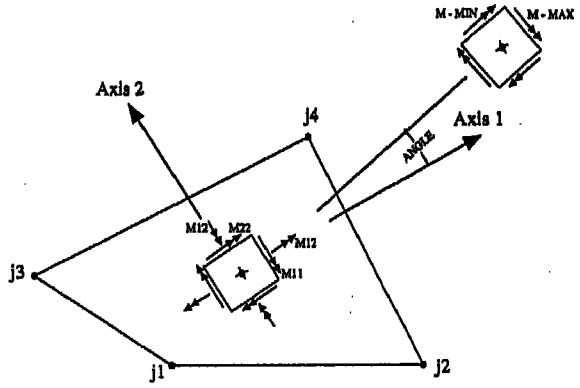
- **القوى الداخلية والاجهادات للعناصر القشرية**

عند تحليل العناصر القشرية تحت تأثر أحمال معينة تتولد ردود أفعال داخلية متعددة هي:

- القوى المحورية في اتجاه المحور المحلى ١ ويرمز لها بالاسم F1
- القوى المحورية في اتجاه المحور المحلى ٢ ويرمز لها بالاسم F2
- قوى القص في المستوى ١ - ٢ ويرمز لها بالاسم F12
- العزوم حول المحور المحلى ١ ويرمز لها بالاسم M11
- العزوم حول المحور المحلى ٢ ويرمز لها بالاسم M22
- عزوم اللي ويرمز لها بالاسم M12
- قوى القص في المستوى ١ - ٣ ويرمز لها بالاسم V13
- قوى القص في المستوى ٣ - ٢ ويرمز لها بالاسم V23

والشكل (٢٣) يمثل شكل ردود الأفعال الداخلية للعنصر القشري، والشكل (٢٤) يوضح شكل المخرجات المجدولة التي تعرض هذه النتائج.





شكل (٢٣) القوى الداخلية للعنصر القشرى

S H E L L E L E M E N T I N T E R N A L F O R C E S & S T R E S S E S

ELEM 1 ========== TYPE = SHELL

LOAD 1 ----------

JOINT	F11	F22	F12	F-MAX	F-MIN	ANGLE
10	-1.63E-11	-1.22E-13	1.38E-13	-1.20E-13	-1.63E-11	89.511243
31	-1.62E-11	1.53E-13	1.38E-13	1.54E-13	-1.62E-11	89.517398
25	-1.63E-11	-1.22E-13	-1.38E-13	-1.21E-13	-1.63E-11	-89.511244
32	-1.62E-11	1.53E-13	-1.38E-13	1.54E-13	-1.62E-11	-89.517399

JOINT	M11	M22	M12	M-MAX	M-MIN	ANGLE
10	-8000.000	10.370186	-117.222361	12.085230	-8001.715	-89.161783

31	-10000.000	96.481989	-117.222361	97.842783	-10001.361	-89.334903
25	-8000.010	10.370617	117.221187	12.085625	-8001.725	89.161792
32	-9999.990	96.481558	117.221187	97.842326	-10001.351	89.334909

JOINT	V13	V23	V-MAX	ANGLE
10	-147.129704	3.59E-05	147.129704	179.999986
31	-147.129704	-3.59E-05	147.129704	-179.999986
25	-147.128035	3.59E-05	147.128035	179.999986
32	-147.128035	-3.59E-05	147.128035	-179.999986

JOINT	S11-TOP	S22-TOP	S12-TOP	S-TOP-MAX	S-TOP-MIN	ANGLE
10	333.333333	-0.432091	4.884265	333.404794	-0.503551	0.838217
31	416.666667	-4.020083	4.884265	416.723366	-4.076783	0.665097
25	333.333751	-0.432109	-4.884216	333.405209	-0.503568	-0.838208
32	416.666249	-4.020065	-4.884216	416.722948	-4.076764	-0.665091

JOINT	S11-BOT	S22-BOT	S12-BOT	S-BOT-MAX	S-BOT-MIN	ANGLE
10	-333.333333	0.432091	-4.884265	0.503551	-333.404794	-89.161783
31	-416.666667	4.020083	-4.884265	4.076783	-416.723366	-89.334903
25	-333.333751	0.432109	4.884216	0.503568	-333.405209	89.161792
32	-416.666249	4.020065	4.884216	4.076764	-416.722948	89.334909

JOINT	S13-AVG	S23-AVG	S-AVG-MAX	ANGLE
10	-12.260809	2.99E-06	12.260809	179.999986
31	-12.260809	-2.99E-06	12.260809	-179.999986
25	-12.260670	2.99E-06	12.260670	179.999986
32	-12.260670	-2.99E-06	12.260670	-179.999986

ELEM 3 ========== TYPE = MEMBRANE

LOAD 1 ----------

JOINT	F11	F22	F12	F-MAX	F-MIN	ANGLE
4	1824.191	279.849372	-79.513613	1828.274	275.766246	-2.939630
5	1790.814	146.341527	-43.335783	1791.955	145.200317	-1.508485
9	-46.975988	-187.937212	-104.469157	8.564515	-243.477715	-27.997121
10	-80.351616	-321.443470	-68.289377	-62.352389	-339.442697	-14.765796

JOINT	S11-TOP	S22-TOP	S12-TOP	S-TOP-MAX	S-TOP-MIN	ANGLE
4	304.031827	46.641562	-13.252269	304.712348	45.961041	-2.939630
5	298.469000	24.390255	-7.222631	298.659202	24.200053	-1.508485
9	-7.829331	-31.322869	-17.411526	1.427419	-40.579619	-27.997121
10	-13.391936	-53.573912	-11.381563	-10.392065	-56.573783	-14.765796

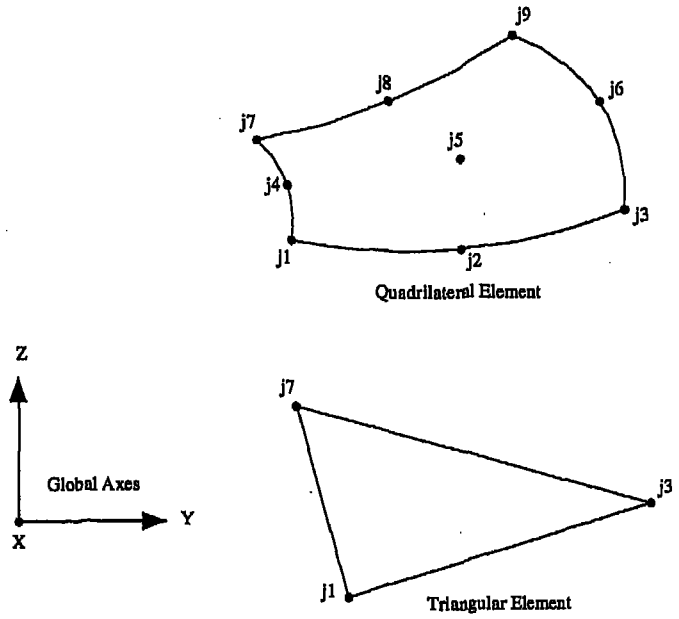
شكل (٢٤)

١-٨ - العناصر الخاصة Asolid & Plane Element:

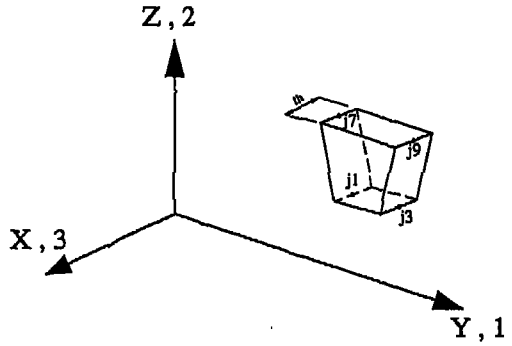
هناك عناصر خاصة جدا يستخدمها الباحثون بمجالات الهندسة المدنية لتمثيل منشآت ذات طبيعة خاصة لم يتم التطرق لها تفصيليا بهذا الكتاب، منـــها عنـــاصر

مستوية ذات إجهادات في مستواها فقط Plane Stress Structures ، وعناصر مستوية ذات استطالة في مستواها فقط Plane Strain Structures، وعناصر تمثل الكتل المصمتة المتماثلة حول محور Axisymmetric Solids.

وهذه العناصر تكون ثنائية الأبعاد ويحددها عدد من النقاط من ثلاثة إلى تسعة نقاط وتوازي أحد المستويات العامة (X -Y أو Y - Z أو Z - X) .

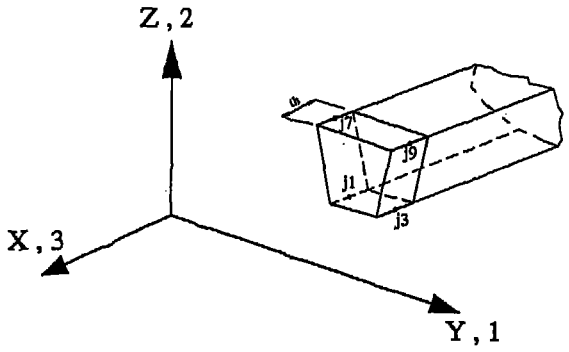


شكل (٢٥) العناصر المستوية



Plane Strain

$\varepsilon 33 = 0$



Plane

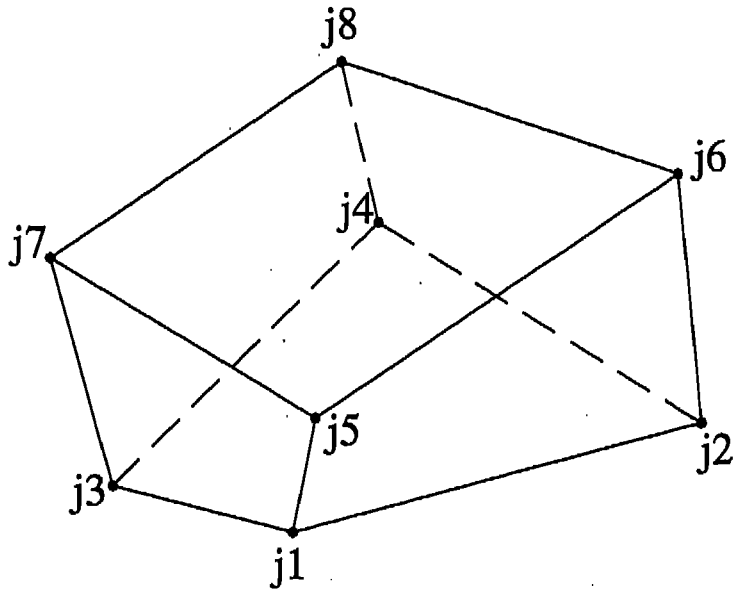
$\sigma 33 = 0$

Stress

شكل (٢٦) العناصر المصمتة المتماثلة حول محور

١-٩ - عناصر تمثيل الكتل المصمتة Solid Elements:

هناك منشآت تتكون من أجزاء ذات أبعاد متقاربة نسبيا فلا يمكن تصنيفها كعناصر إطارية أو عناصر قشرية وذلك لتقارب أبعادها الثلاثة (الطول والعرض والعمق).



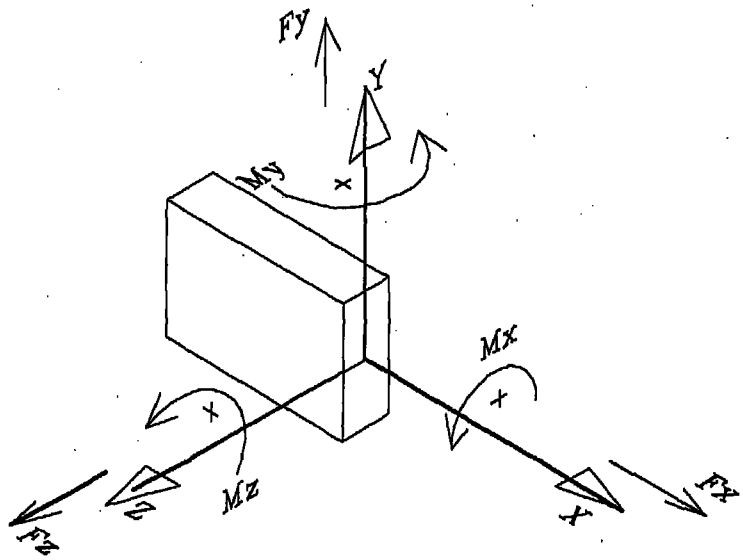
شكل (٢٧) Solid Element

ونظرا لتقارب أبعاد هذه العناصر فإنه لا يحدث لها إستطالة نسبية أو إنثناءات وبالتالي لا يحدث لهذه العناصر أية دورانات حول المحاور ولكن يحدث لها إزاحة فقط لكامل كتلتها في الاتجاهات الثلاثة . ويساعد ذلك في تمثيل بعض المنشآت التي لا تحمل عزوما كالحوائط الحاملة والسدود الحجرية أو الخرسانية.

وكما سبق الحديث فالعنصر الإطاري يتم تحديده بطـــول معيـــن وقطـــاع ونقطتين (نقطة البداية ونقطة النهاية)، مع تحديد خواص القطاع، أما الجزء القشري فيتم تحديده بأربعة نقاط (نقاط الأركان الأربعة) مع تحديد السمك والخواص، أمـــا عندما تتقارب الأطوال فالكتلة الناتجة تكون ذات طول وعرض وارتفاع وتحتـــاج الى ثمانية نقاط لتحديدها (الأركان الثمانية) شكل (26) .

١-١٠ - تحديد الأحمال المؤثرة على المنشآت :

عند دراسة الأحمال المؤثرة على المنشأ يتم تقسيمها إلى أحمال تؤثر علـــى النقاط **Joint Loads** وأحمال مركزة أو موزعة تؤثر على العنـــاصر الإطاريـــة، وأحمال موزعة تؤثر على العناصر القشرية، ويتم بعد ذلك تحديد قيم واتجاهـــات هذه الأحمال.



شكل (٢٨) الاتجاهات الموجبة للأحمال والعزوم المركزة

يتم أخذ وزن المنشأ النوعي في الاعتبار مع حالة الأحمال الميتة أو أي حالة أخرى بقيمته الفعلية أو بضربها في معامل معين حسب الحاجة.

أما الأحمال المركزة على العناصر الإطارية سواء أكانت قوى أو عزوم فيمكن توصيفها طبقا للمحاور المحلية للعنصر أو المحاور العامة، ويتم تحديد مكان تأثير الحمل المركز بمسافة معينة من نقطة بداية العنصر، وبالطبع لا تزيد هذه المسافة عن طول العنصر. ويمكن توقيع أي عدد من الأحمال المركزة.

والأحمال الموزعة على طول العنصر الإطاري أو جزء منه يمكن أن تكون منتظمة أو متغيرة القيمة ويتم تحديد اتجاهات هذه الأحمال بالنسبة للمحاور العامة أو المحلية.

١-١١ الإزاحات DISPLACEMENTS

من الممكن وضع إزاحة أو دوران استاتيكي عند أي نقطة في المنشأ لمعرفة تأثيرها على المنشأ، وذلك بشرط عدم وضعها في اتجاه مقيد الحركة مسبقا.

ويمكن بالطبع وضع أحمال وإزاحات معا في نفس الموديل ولنفس حالة التحميل ولكن لا يجب وضع إزاحة محددة في نفس الاتجاه الموضوع به حمل معين في نفس حالة التحميل ولكن يتم عمل حالات تحميل مستقلة لكل حالة، وذلك لأن مقدار الإزاحة يتناسب مع مقدار الحمل المؤثر في نفس الاتجاه.

١-١٢ - أحمال سبق الإجهاد PRESTRESS Loads

يمكن تعريض الأجزاء الإطارية Frame Elements من المنشأ لأحمال سبق الإجهاد نتيجة وجود كابلات سبق إجهاد. ويتم أخذ هذه الأحمال في الاعتبار بعد ضربها في معاملات يتم تحديدها للبرنامج وتم توضيح ذلك بالتفصيل فى بند

١-١٤ - تأثير الإزاحات بسبب الأحمال P-DELTA Analysis

عند وجود قوى محورية مؤثرة بقيم كبيرة Large axial forces فإن قيم الإستطالة الناتجة تكون كبيرة إلى حد يؤثر على الجساءة Stiffness الفعلية للعنصر الإطاري، وعند وجود مثل هذه الأحمال المحورية العالية وضرورة حساب تأثيرها على المنشأ يتم تحليل المنشأ وإيجاد قيمة الإستطالة بسبب هذه الأحمال وإعادة تحليل المنشأ عدة مرات مع تعديل قيمة ما يسمى بالجساءة العرضية المقاومة للعزوم Transverse Bending Stiffness وحساب الجساءة الفعلية Effective stiffness واستخدامها في باقي مراحل التحليل الإنشائي للمنشأ ويظهر تأثير ذلك في الأحمال الديناميكية خاصة.

والتحليل بهذا الإسلوب يعد تحليلا معقدا ويستغرق وقتا طويلا جدا ويفضل عدم استخدامه إلا للضرورة القصوى مع عمل تحليل أولي للمنشأ بدونه للتأكد من صحة البيانات ومراجعة النتائج الأولية قبل بدأ سلسلة التحليل عدة مرات.

يقوم البرنامج عند استخدام هذه الطريقة بعمل تحليل أولي إستاتيكي خطي Standard Linear Static Analysis ثم يبدأ بعد ذلك إجراء عدد محدد من المحاولات وفي كل محاولة يتم تعديل قيم مصفوفة الجساءة للمنشأ وينتهي التحليل عند عمل العدد المحدد من محاولات الحل أو وصول الفرق في قيم الإزاحة بين محاولة وأخرى إلى قيمة السماح المحددة، عند ذلك تنتهي مهمة التحليل للمنشأ.

وعند تحديد عدد مرات المحاولة بـ صفر فإن ذلك يعنى عدم الالتفات إلى تأثير هذا المعامل، أما عند تحديد قيمة السماح في الإزاحة بصفر فلابد من تكرار جميع محاولات الحل.

١-١٥ - تجميع حالات التحميل Load Combinations :

يقوم البرنامج بعمل تجميع خطي لحالات التحميل المختلفة السابق تعريفها Linear Combinations of the pre-defined loads وذلك لإيجاد أقصى قيم للإزاحات وردود الأفعال والقوى الداخلية أو الإجهادات للعناصر.

١-١٦ تحديد الحدود القصوى لردود الأفعال الداخلية:

في حالات التحليل الإنشائي للمنشآت الهامة كالكباري يمكن للبرنامج تحديد غلاف لأقصى قيم للقوى الداخلية لعناصر المنشأ **Envelope Combinations** وذلك بتجميع حالات التحميل الإستاتيكية الأساسية وكذلك حالة التحميل الديناميكي وذلك للأحمال المتحركة والمستخدمة في التحليل الإنشائي للكباري، ويمكن استخدامه أيضا في حالات التحميل العادية بدون أحمال متحركة.

ويمكن كذلك عمل أكثر من غلاف للقوى القصوى وعند ذلك يتم حساب ما يسمى بالغلاف الإجمالي لهذه المجموعة **Total Envelope** ، ويتم في هذه الحالة إخراج القوى القصوى الموجبة والسالبة للأجزاء الإطارية.

الفصل الثالث

مهارات التعامل مع SAP 2000

SAP2000

١-١ – تعريف مختصر

برنامج ساب٢٠٠٠ هو برنامج تحليل إنشائي إستاتيكي وديناميكي ثلاثي الأبعاد بطريقة العناصر المحدودة وتصميم إنشائي للمنشآت الخرسانية والمعدنية.

Three Dimensional Static and Dynamic Finite Element Analysis and Design of Concrete and Steel Structures.

١-٢ – نظرة عامة

يعد برنامج ساب٢٠٠٠ من أقوى وأكثر برامج التحليل الإنشائي دقة وتخصصا ومع ذلك فهذا الإصدار يمكنك من التعامل مع البرنامج بغاية السهولة واليسر من خلال بيئة النوافذ، حيث يعد هذا الإصدار هو الإصدار الأول المتوافق تماما مع بيئة النوافذ، حيث يتم من خلال واجهة التطبيق البيانية تمثيل المنشأ والتحليل والتصميم وإستعراض النتائج بيانيا.

يتيح الإصدار القياسي من البرنامج للمستخدم إستخدام العناصر التالية لتمثيل المنشأ:

- عنصر إطاري **2D & 3D Beam & Truss Element** لتمثيل الكمرات والأعمدة والجمالونات **Trusses** .
- عنصر قشري **3D Shell Element** لتمثيل البلاطات المسطحة والقباب والأغشية الإنشائية**Structural Membranes** .
- عنصر تمثيل الليات (الزنبرك) **Spring Element** لتمثيل الليات ونقاط الارتكاز المرتكزة على الأرض.

كما يتيح الإصدار القياسي طرق التحليل الإستاتيكي والديناميكي بطريقة Dynamic Response Spectrum Analysis مع إمكانية إضافة التحليل بطريقة الـ P-delta Analysis لكلا الطريقتين الإستاتيكية والميكانيكية.

وبعد إدخال بيانات المنشأ وتحليله يمكن استعراض النتائج والمخرجات بيانيا وذلك باستعراض الشكل الفراغي للمنشأ قبل التحميل وبعد التحميل وأشكال التحميل والقوى الداخلية كالعزوم وقوى القص والقوى المحورية كما يمكن تمثيل الإجهادات الداخلية إضافة إلى المخرجات المجدولة التي يمكن استعراضها وطباعتها بطرق متعددة.

يلي ذلك إمكانية عمل التصميم الإنشائي للمنشأ سواء للمنشآت الخرسانية أو المعدنية تحت تأثر الأحمال الإستاتيكية أو الديناميكية مع عرض بيانات تفصيلية للتصميم على الشاشة طبقا لأكواد التصميم العالمية مثل: AISC, ACI, BS,..

كما تتيح الإصدارات الأخرى من البرنامج إمكانيات إضافية أخرى كما سبق التوضيح بالمقدمة.

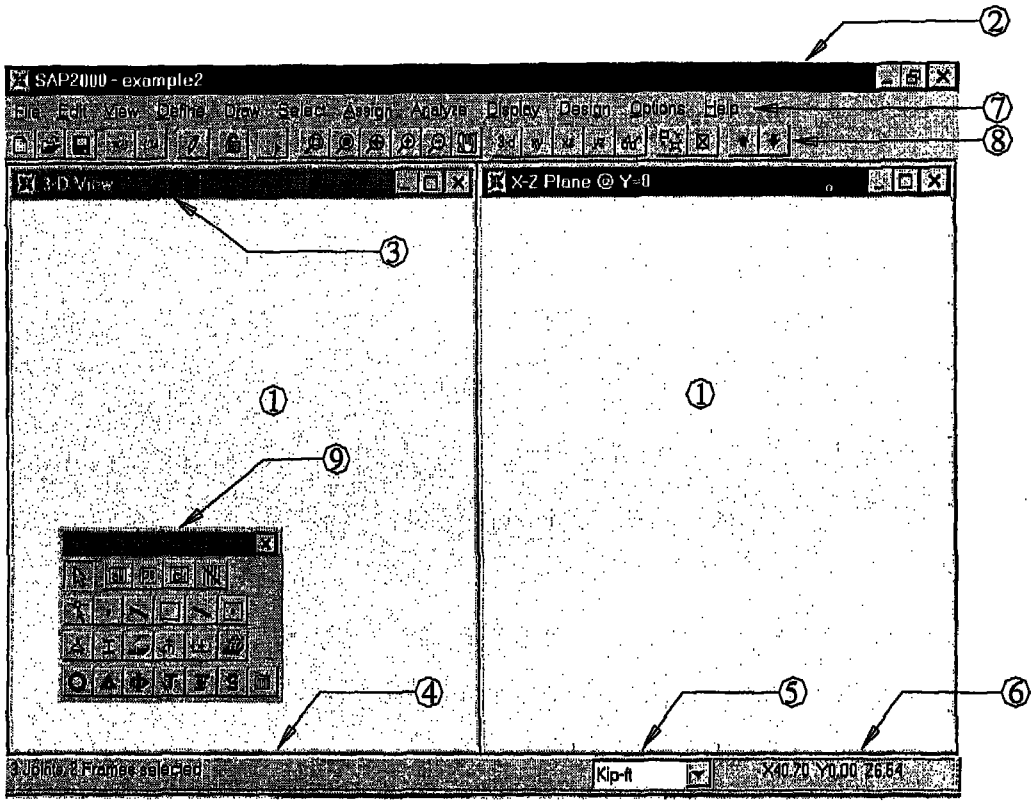
والجدير بالتوضيح لمستخدمي ساب٩٠ (الإصدار ٥,٤، ٥.٥) أنه يمكن بسهولة تحويل الملفات المعدة بساب ٩٠ إلى ساب٢٠٠٠ - عدا تحليل تأثير إنتقال الحرارة Heat Transfer Analysis فغير متوفر على ساب٢٠٠٠ حاليا- ومن ثم التعامل معها بالتعديل والتحليل والتصميم، ولكن يجب على أية حال التأكد تماما من أن المنشأ المحول إلى ساب٢٠٠٠ هو نفسه تماما المنشأ المقصود بنفس حالات التحميل ومواصفات المنشأ السابق إعداده من خلال ساب٩٠.

عند تحويل ملف من ساب٩٠ إلى ساب٢٠٠٠ يسأل البرنامج عن الوحدات المستخدمة وكذلك الاتجاه الرأسي للمنشأ.

١-٣.واجهة التطبيق البيانية The Graphical User Interface (GUI)

واجهة التطبيق البيانية لبرنامج ساب٢٠٠٠ هي نافذة التعامل مع البرنامج ومن خلالها يتم تمثيل المنشأ وتحليله إنشائيا وتصميمه وإستعراض المنشأ بعد التحليل والتصميم وتعديل ما يلزم، وسنقوم فيما يلي باستعراض واجهة التطبيق البيانية للبرنامج وكيفية التعامل معها.

عند تشغيل البرنامج وبداية العمل بمنشأ معين تظهر شاشة البرنامج الرئيسية كما بالشكل التالي:



شكل (٢٩) الشاشة الرئيسية

وهذه الشاشة يمكن التعامل معها كأي من شاشات النوافذ المعتادة من حيث

التصغير والتكبير أو إغلاقها، ومكونات الشاشة الظاهرة بالرسم يتم توضيح مكوناتها فيما يلي حسب الأرقام الموضحة على الرسم:

١ - نافذة العرض Display Window :

تستخدم نافذة العرض لعرض الشكل الهندسي للمنشأ أثناء مراحل التمثيل والتحليل والتصميم، ويمكن تقسيم شاشة العرض من جزء واحد حتى أربعة أجزاء ويتم في كل جزء إستعراض شكل المنشأ من عدة إتجاهات رؤية للتمكن من الحصول على أفضل رؤية لمكونات المنشأ عن طريق أيقونات تحديد إتجاهات الرؤية :

كذلك يمكن إستخدام كل شاشة على حدة لعرض حالات تحميل المنشأ والإزاحات وأرقام العناصر حسب الحاجة، فعلى سبيل المثال يمكن إستخدام شاشة لعرض المنشأ قبل التحميل وأخرى لعرض الأحمال وأخرى لعرض شكل الإزاحات والرابعة لعرض الإجهادات الداخلية للمنشأ في نفس الوقت.

كما انه يمكن بالطبع عرض شكل المنشأ من أربع وجهات نظر مختلفة في نفس الوقت على الشاشات الأربعة، ولكن في كل الأحوال تبقى شاشة واحدة فقط هي الشاشة الفعالة التي يتم التعامل من خلالها مع البرنامج.

٢ - شريط العنوان الرئيسي Main Title Bar

يظهر دائما في أعلى الشاشة ويحتوى على أسم البرنامج وإسم موديل المنشأ الجاري تحليله.

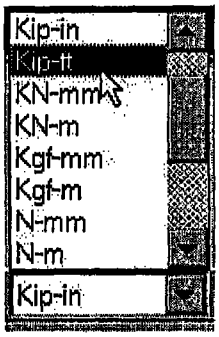
٣ - Window Title Bar (شريط عنوان نافذة الرؤية)

يتم فيه عرض مستوى الرؤية مثل (3-D View) أو عرض حالة المنشأ مثل التشكلات والاحمال .

٤ - سطر بيان الحالة Status Line:

يستخدم هذا السطر لعرض معلومات عن الحالة الراهنة للمنشأ الجاري التعامل معه، فيتم عرض اسم نافذة الرسم النشطة وإرسال الرسائل الدالة على إمكانية الحصول على البيانات مثل (Right Click to Display Joint Displacement) ويتم فيه عرض الرسائل الدالة عن العملية الجاري تنفيذها ويشمل قائمة الوحدات وعداد إحداثيات الشاشة ويحتوى المفاتيح الخاصة بحركة التشكلات للمنشأ Deformed Shape Animation

٥ - قائمة الوحدات Units List



يتم عن طريقها اختيار الوحدات المطلوب التعامل بها، ويتم من خلالها عرض الوحدات المستخدمة أثناء العمل.

٦ - إحداثيات المحاور Coordinates

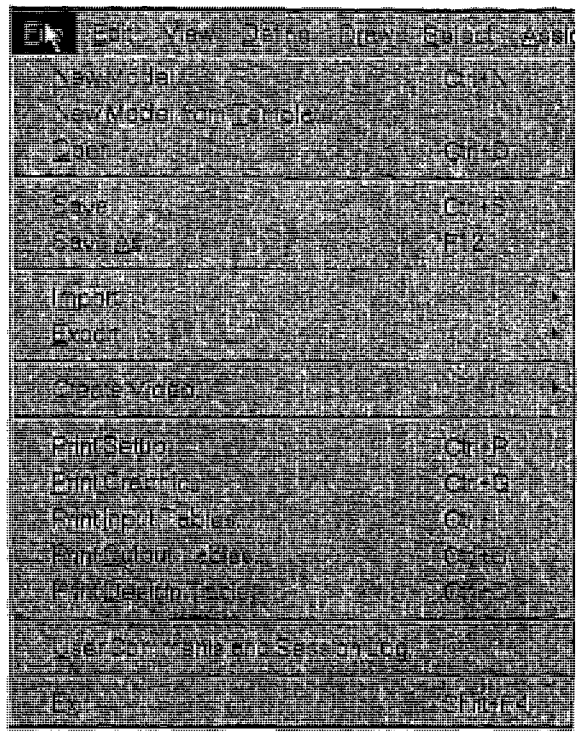
يتم عرض احاثيات النقطة الحالية حسب حركة الماوس حيث يتم عرض إحداثيات النقطة فى اتجاهات المحاور الثلاث X,Y,Z .

٧ - شريط القوائم Menu Bar:

شريط القوائم يشمل جميع القوائم المنسدلة المحتوية لجميع العمليات التي يمكن التعامل من خلالها مع البرنامج، وفيما يلي تفصيلها:

➢ قائمة التعامل مع الملفات File Menu:

التعامل مع الملفات يتضمن إنشاء ملف جديد لموديل جديد أو فتح ملـــف موجود لموديل سابق للعرض أو التعديل، وكذلك لحفظ الملف الجاري العمل بـــه، أو طباعة المخرجات لأحد الملفات وعمليات أخرى حسب الموضح بشكل القائمـة التالي:

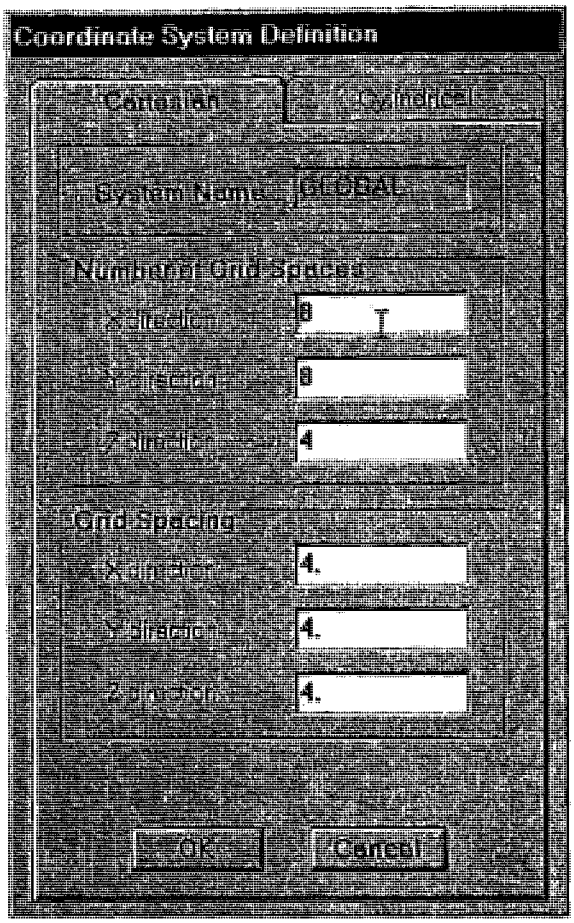


شكل (٣٠) File Menu

وتحتوى قائمة **File** على الأوامر الفرعية الآتية .

▫ New Model

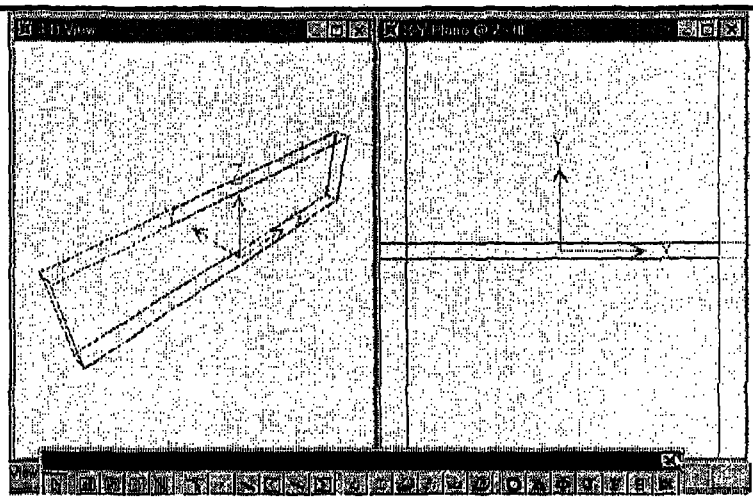
عند تنفيذ هذا الأمر يتم إعداد موديل إنشائي جديد عن طريق إدخـــال عنـــاصره ومكوناته من البداية فعند تنفيذ الأمر يظهر مربع حوار كما بالشكل (٣١) .



شكل (٣١) بيانات المحاور العامة لمنشأ جديد

حيث يتم من خلال مربع الحوار شكل (٣١) تحديد عدد ومسافات خطوط الشبكة للمحاور العامة الكارتيزية عند اختيار النافذة **Cartesian** أو قطبية عند اختيار النافذة **Cylindrical** للمنشأ حيث تظهر نافذة الرسم وبها المحاور العامة وخطوط الشبكة كما بالشكل (٣٢) .

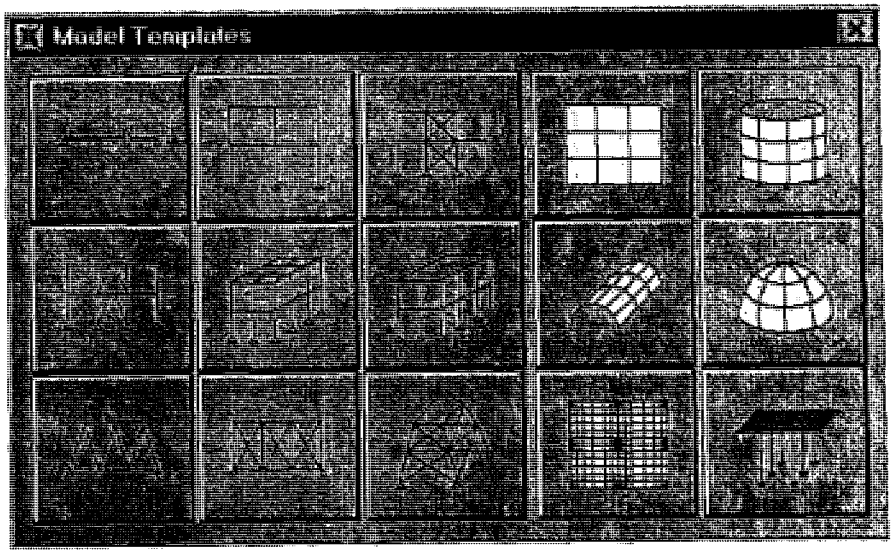
بعد ذلك تأتي مرحلة إدخال نقاط المنشأ ورسم عناصره بأي طريقة من الطرق التي سوف يأتي شرحها كما يمكن تعديل هذه المحاور وخطوط الشبكة أثناء حل المنشأ كما سيلي شرحه .



شكل (٣٢) المحاور العامة وخطوط الشبكة لمنشأ جديد

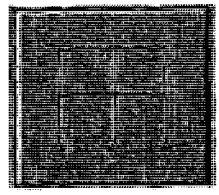
- **New Model from Template**

عند تنفيذ هذا الأمر يمكن عمل منشأ جديد باختيار موديل سابق الإعـــداد مع التعديل فى بيانات المنشأ وأبعاده حيث تظهر نافذة الموديلات سابقة الإعداد كما بالشكل (٣٣) .



شكل (٣٣) أشكال المنشآت سابقة الإعداد

ولاختيار أي منشأ نضغط على الشكل المناسب له حيث يظهر مربع حوار لإدخال بيانات المنشأ مثل الأبعاد وعدد الأدوار والباكيات ويختلف مربع حوار البيانات حسب نوع وشكل المنشأ المختار وكمثال اضغط على المنشأ

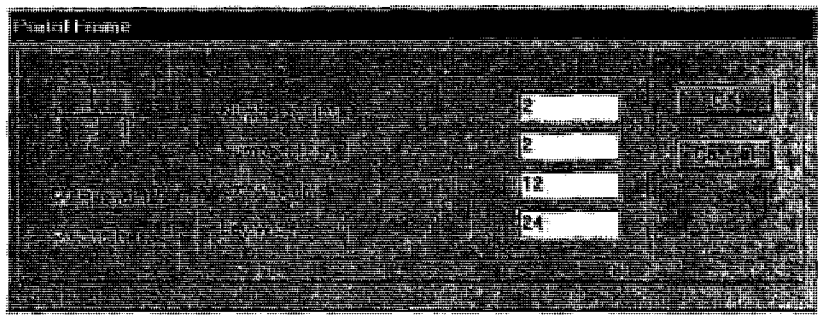


Multi Stories Frame

حيث يظهر مربع حوار

بيانات الـ **Multi Stories**

Frame كما بالشكل (٣٤)



شكل (٣٤) بيانات المنشأ Multi Stories Frame

- **Open**

تنفيذ هذا الأمر يؤدى إلى فتح ملف سبق حفظه باستخدام **Sap2000**

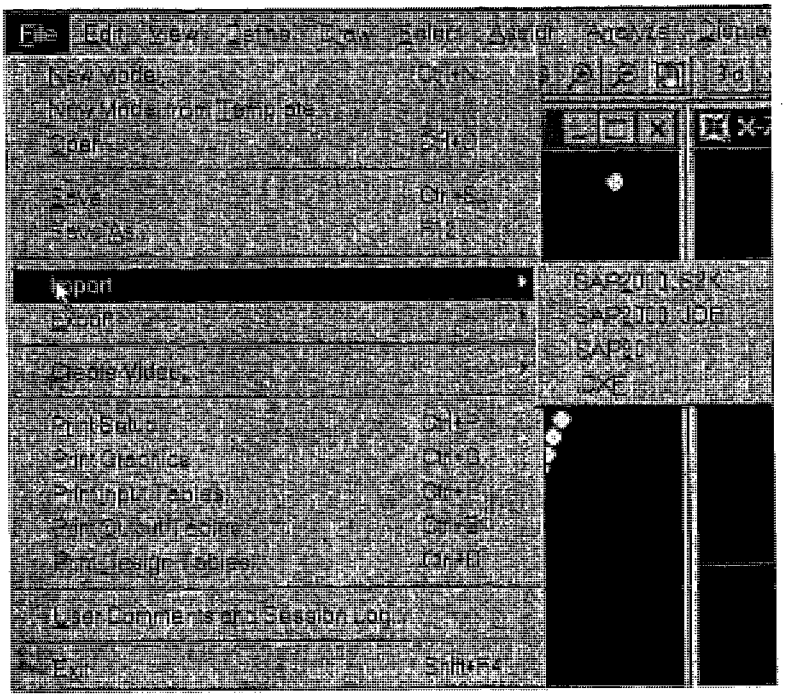
- **Save**

تنفيذ هذا الأمر يؤدى إلى تسجيل موديل جاري إنشاؤه فيتم عن طريق حفظ الملف بصيغة ملفات ساب ٢٠٠٠ القياسية **Sap2000 DataBase File *.SDB** ، أو حفظ شكل المنشأ فقط بصيغة **DXF*.** لاستدعائها بعد ذلك من داخل برنامج الأوتوكاد.

- **Save As**

لحفظ ملف باسم مختلف

- **Import**



شكل (٣٨) قائمة **Import**

يستخدم هذا الأمر فى إدخال ملفات خارجية أثناء عمل المنشأ و يحتوى هـــذا الأمر أوامر فرعية يتم عن طريقها تحديد أنواع الملفات التى يتم إدخالها . وهى

1) Import → Sap2000.S2K

إدخال ملف مدخلات نصي مكتوب بشكل ملفات **Sap2000** وله الامتداد **S2K.*** أو **$2K.*** وهذا الملف (**S2K.***) يتم عمله بحفظ الملف المنشـــأ بـــ **Sap2000** في صورة تتيح للمستخدم تعديل المنشأ باستخدام أي منسق نصوص .

2) Import → SAP2000.JOB

إدخال ملفات **Sap2000 Job Run in DOS mode** وامتدادها **JOB.***

3) Import → Sap90

يتم إدخال ملف مدخلات نصي مكتوب بشكل ملفـــات **Sap90** ويكـــون بدون امتداد.

4) Import → DXF

إدخال بيانات منشأ من ملف سبق رسمه باستخدام برنـــامج الاوتوكـاد (إصدار ١٢ أو ١٣ أو ١٤) ثم تم حفظه فى الصورة DXF . *

حيث يتم إنشاء ملف يمكن قرائته من منسق النصوص يمثل قاعدة بيانـات للعناصر المكونة للرسم بشرط أن تكون العناصر الاطارية تم رسـمها كخطـوط Lines على طبقة رسم Layer تسمى SAP_FRAMES والعناصر القشرية يتم رسـمها كأوجـه ثلاثيـة الأبعـاد 3D Faces علـى طبقـة رسـم تسـمى SAP_SHELLS والنقاط يتم إضافتها أوتوماتيكيا بواسطة Sap2000 .

ولتجربة هذه العملية يمكن رسم عدة عناصر إطارية أو قشرية وحفظـها من داخل الأوتوكاد بإمتداد DXF ثم إستدعاؤها بعدد ذلك من داخل ساب٢٠٠٠

ولرؤية شكل هذه الملفات ارسم عنصر إطاري مثلا بواسطة الاوتوكاد ثم احفظـه فى الهيئة DXF ثم افتحه بواسطة منسق نصوص

وشكل (٣٩) يبين شكل المكونات النصية لجـزء مـن ملـف DXF ونلاحظ فيه وجود بيانات شاشة الاوتوكاد ومتغيراته ثم بيانـات طبقـة الرسـم وعناصر الرسم:

```
$LTSCALE
 40
1.0
  9
$OSMODE
 70
     0
  9
$ATTMODE
 70
     1
  9
$TEXTSIZE
 40
0.2
  9
$TRACEWID
```

```
 40
0.05
  9
$TEXTSTYLE
  7
STANDARD
  9
$CLAYER
  8
SAP_FRAMES
  9
$CELTYPE
  6
BYLAYER
  9
$CECOLOR
 62
   256
  9
$CELTSCALE
 40
1.0
  9
$DELOBJ
 70
     1
  9
$DISPSILH
 70
     0
  9
```

شكل (٣٩)

- **Export**

هذا الأمر يمكننا من إخراج بيانات ملف المنشأ فى اكثر من صورة لكي نتمكـــن من التعامل معه بطرق مختلفة كملف بيانات أو مخرجات.

ويحتوى هذا الأمر على الأوامر الفرعية التالية .

1) Export → SAP2000.S2K

يتم إخراج بينات المنشأ المدخلة فى صورة ملف نصي بالامتداد ***.S2K**

2) Export → DXF

يتم إخراج بيانات المنشأ فى صورة ملف رسم **DXF** يمكن التعامل معـه من خلال برنامج الاوتوكاد وتنطبق عليه نفس شروط

Import → DXF من حيث أسماء طبقات الرسم وأنواع العناصر .

3) Export → Create History Video

يستخدم هذا الأمر فى إخراج حركات المنشأ فى ملف حركة بالامتداد AVI وهو ملف يمكن عرضه بعد ذلك من أي برنامج Animation Player.

- **Print Setup**

يتم ضبط متطلبات ومتغيرات عملية الطباعة بواسطة هذا الأمر حيث يتم تحديد عدد صفحات الطباعة ونوع الطابعة والورق والتحكم فى عدد سطور النصوص المطبوعة وبيانات المنشأ التي يتم إضافتها مع الرسم

- **Print Graphics**

تنفيذ هذا الأمر يؤدى إلى طباعة الرسومات الموجودة فى نافذة الرسم النشطة على الطابعة أو في ملف عند اختيار **Print to file** حيث يتم طباعة نفس الرسم بعد ذلك من أي جهاز لا يشترط وجود برنامج **Sap2000** عليه.

- **Print Input Tables**

تنفيذ هذا الأمر يؤدى إلى طباعة بيانات المدخلات لجزء من المنشأ أو كل المنشأ فى صورة جداول على الطابعة أو فى ملف ويجب قبل تنفيذ هذا الأمر اختيار العناصر المطلوب طباعة بياناتها وفى حالة عدم اختيار أي عناصر يتم إخراج بيانات جميع العناصر ثم يظهر مربع حوار لاختيار البيانات المطلوب طباعتها .

-

تنفيذ هذا الأمر يؤدى إلى طباعة بيانات المخرجات لجزء من المنشأ أو كل المنشأ فى صورة جداول على الطابعة أو فى ملف ويجب قبل تنفيذ هذا الأمر اختيار العناصر المطلوب طباعة بياناتها وفى حالة عدم اختيار أي

عناصر يتم إخراج بيانات جميع العناصر ثم يظهر مربع حوار لاختيار البيانات المطلوب طباعتها .

- **Print Design Tables**

تنفيذ هذا الأمر يؤدى إلى طباعة بيانات التصميم لجزء من المنشأ أو كل المنشأ فى صورة جداول على الطابعة أو فى ملف ويجب قبل تنفيذ هذا الأمر اختيار العناصر المطلوب طباعة بياناتها التصميمية وفى حالة عدم اختيار أي عناصر يتم إخراج بيانات جميع العناصر ثم نحدد بيانات التصميم المطلوب إخراجها.

- **User Comments and Session Log**

يمكننا هذا الأمر من إضافة معلومات نصية عن الملف وذلك عن طريق محرر نصوص شبيه ببرنامج Notepad .

➢ قائمة التعديلات Edit Menu:

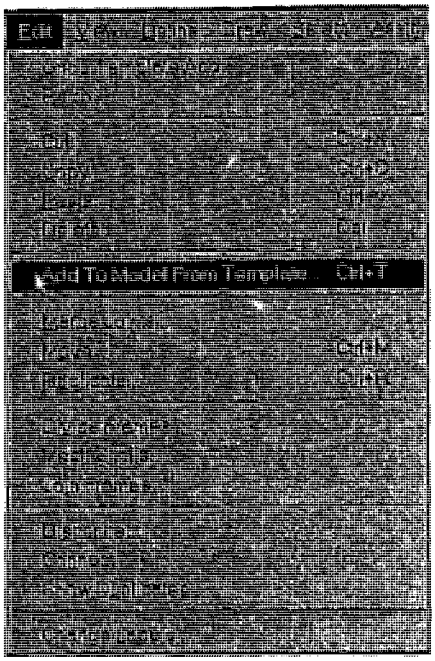
تستخدم أوامر هذه القائمة لتعديل الموديل المعبر عن المنشأ والتعامل مع مكوناته أثناء عملية تكوين المنشأ حيث تحتوى على عدة أوامر فرعية يلي توضيحها.

- **Undo**

للتراجع عن آخر خطوة تم تنفيذها، ويمكن تنفذ نفس الأمر بضغط الأيقونة من شريط الأدوات الرئيسي .

- **Redo**

لإعادة الخطوة التي تم إلغائها بالأمر Undo ويمكن عمل نفس الشيء بضغط الأيقونة من شريط الأدوات الرئيسي .



شكل (٤٠) قائمة التعديلات Edit

- **Cut , Copy and Paste**

أوامر نسخ أو قص ثم لصق جزء من عناصر المنشأ أو كل عناصر المنشأ كما يمكن كذلك عن طريق هذه الأوامر نسخ بيانات العناصر من برنامج **Excel** إلى ساب٢٠٠٠ أو العكس.

- **Delete**

لمسح عناصر المنشأ يتم اختيار العناصر المراد مسحها ثم ننفذ هذا الأمر أو بضغط مفتاح **Del** من لوحة المفاتيح مباشرة.

- **Merge Joints**

يستخدم هذا الأمر في دمج عدة نقاط معا ويفيد ذلك في ربط جزئين منفصلين معا.

- **Move**

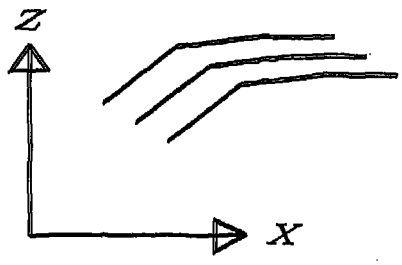
لتحريك عناصر من المنشأ يتم اختيار العناصر ثم ننفذ الأمـــر حيـث يظهر مربع حوار نحدد من خلاله مسافة تحريك العناصر في اتجاهـــات المحاور العامة X , Y , Z

- **Replicate**

لعمل تكرار للعناصر بدون الحاجة لاعادة رسمها ويتم التكرار لجميع العناصر التى يتم اختيارها بما في ذلك النقـــاط والأحمـــال وخصـــائص القطاعات، ويتم عمل التكرار بإحدى الصور التالية:

١)مصفوفة خطية Linear Array

وفيها العناصر الناتجة تكون موازية للعناصر الأصليـــة شـــكل (٤١) ويتم تحديد عدد العناصر المطلوب تكرارها ومسافة التباعد بين العناصر المكررة.

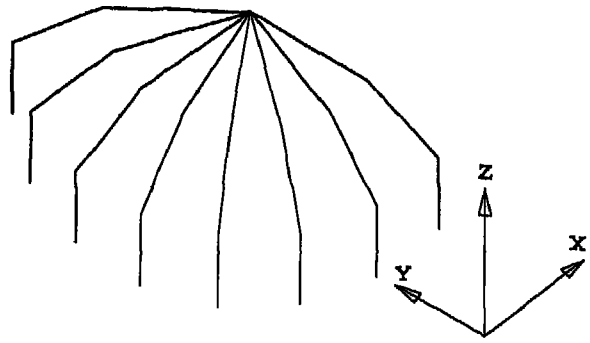


شكل (٤١) مصفوفة خطية في اتجاه محور Y

٢) مصفوفة دائرية Radial Array

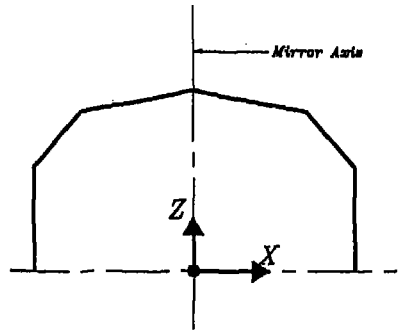
ويتم عن طريقها توليد مجموعة عناصر إضافية عن طريق التكرار حول محور دوران (X , Y Or Z) ويتم تحديد عدد العناصر المكررة وزاوية محددة بين كل عنصرين شكل (٤٢)

شكل (٤٢) عمل مصفوفة دائرية للعناصر حول محور Z



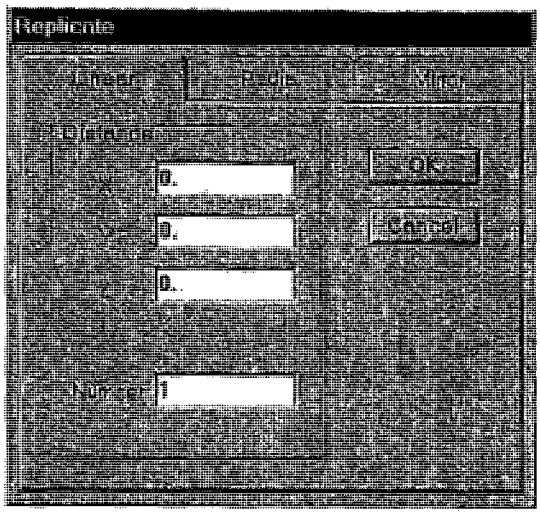
٣) عمل مرآة للعناصر Mirror

يتم عمل نسخة واحدة من الشكل معكوسة بنفس طريقة المرآة وذلك بعكس الشكل حول محور يمثل المرآة- شكل (٤٣) .



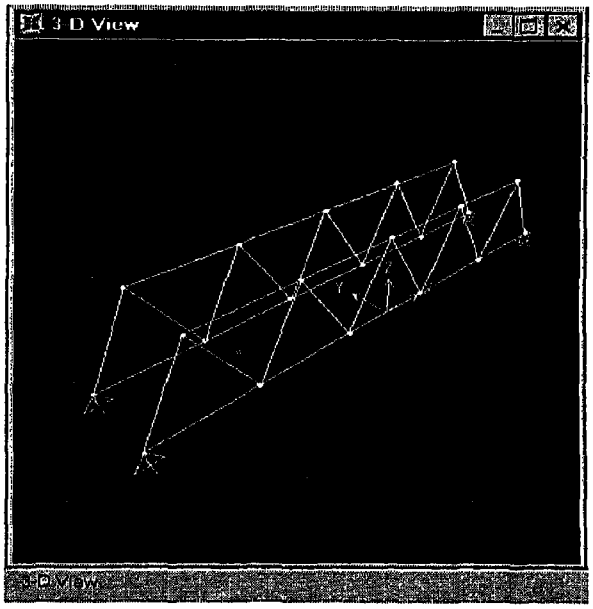
شكل (٤٣) عمل مرآة Mirror للعناصر حول محور

وعند تنفيذ هذا الأمر يتم عرض مربع حوار لإدخال بيانات المصفوفة المطلوب عملها كما بالشكل (٤٤) .



شكل (٤٤) عمل تكرار للعناصر

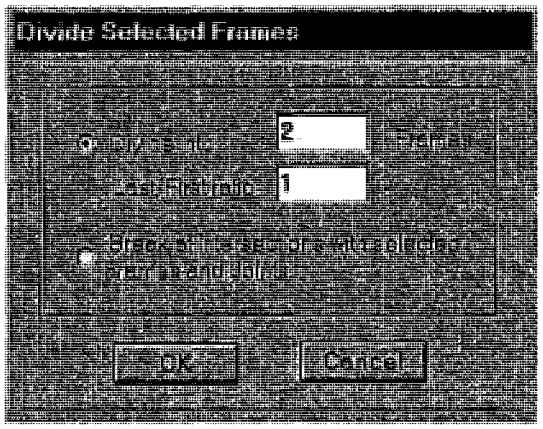
نختار نوع التكرار المطلوب ثم ندخل بيانات التكرار، والشكل (٤٥) يبين مثال منشأ تم عمل تكرار خطي له:



شكل (٤٥) تكرار خطي لموديل

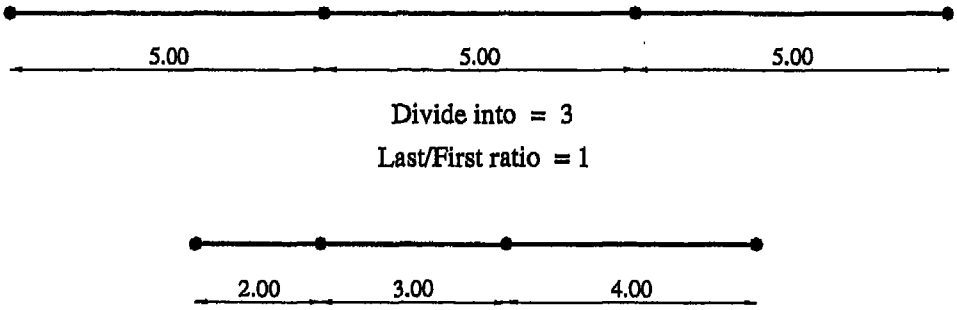
▫ Divide Frames

يستخدم هذا الأمر في تجزئة عنصر إطاري إلى عدة عناصر ويتم ذلك باختيار العناصر ثم تنفيذ الأمر حيث يظهر مربع حوار كما بالشكل (٤٦)



شكل (٤٦)

ندخل عدد الأقسام المطلوبة Divide into ثم نحدد النسبة بين أخر وأول عنصر Last / First ratio



شكل (٤٧)

▫ Mesh Shells

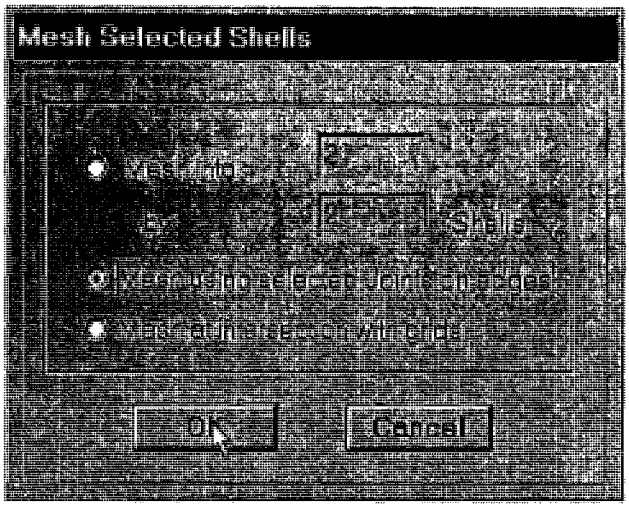
يستخدم هذا الأمر في تقسيم عنصر قشري إلى مجموعة عناصر قشرية ويتم ذلك بعدة طرق هي :

١) تقسيم عنصر قشري تقسيم منتظم

نختار عنصر قشري سبق إدخاله ثم ننفذ الأمر فيتم عرض مربع حوار شكل (٤٨) نحدد من خلاله عدد الأقسام المطلوبة في الاتجاهين عن طريق **Mesh into**.

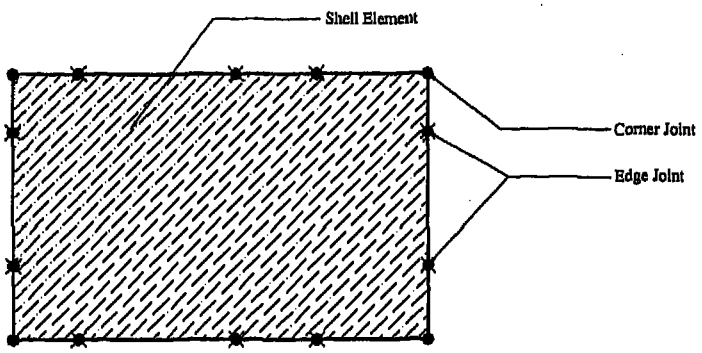
٢) تقسيم عنصر قشري باختيار نقاط على احرفه

نختار العنصر القشري المطلوب تقسيمه ثم يتم اختيار مجموعة نقاط موجودة مسبقا على حواف العنصر ثم ننفذ الأمر فيظهر مربع الحوار بشكل (٤٨) فيتم تحديد الاختيار **Mesh using selected joints on edges**



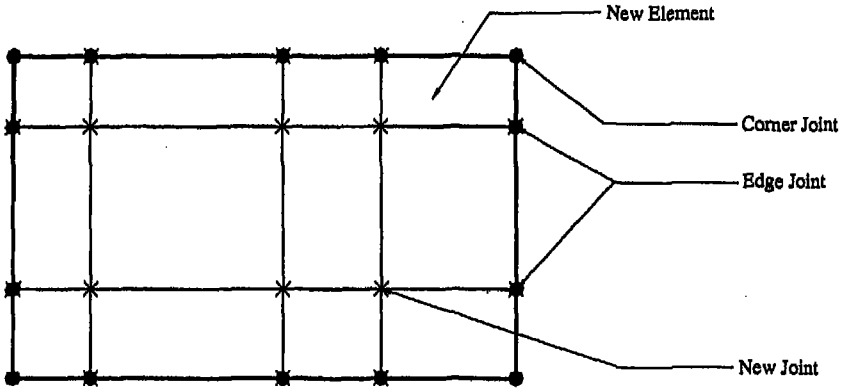
شكل (٤٨)

وشرط استخدام هذا الاختيار هو وجود عدد من النقاط متساوي على الأحرف المتقابلة للمنشأ شكل (٤٩) وعند تطبيق هذا الاختيار يقوم البرنامج بتخليق النقاط المستجدة الناتجة عن تقسيم العناصر.



شكل (٤٩) عنصر قشرى قبل التصميم

وبعد تنفيذ الأمر يصبح العنصر بالشكل (٥٠)



شكل (٥٠) العنصر القشري بعد تقسيمه

٣) تقسيم العنصر حسب تقاطع خطوط الشبكة

نختار العنصر المطلوب تقسيمه ثم ننفذ الأمر من خـــلال مربـــع الحوار السابق-شكل (٤٨) ويتم تنفيذ الاختيـــار **Mish at intersection with grids**

- **Join Frames**

يستخدم هذا الأمر في دمج مجموعة من العناصر الاطارية وتحويلها إلى عنصر واحد وإزالة النقاط الغير مستخدمة .

- **Disconnect**

عند اختيار أي نقطة أو مجموعة نقاط ثم تنفيذ الأمر يتم فصل العناصر عند النقط المختارة ويتم عمل تكرار للنقاط فوق بعضها ويفيد ذلك عند إدخال حالات خاصة من قيود النقاط وكذلك عند الرغبة في فصل عناصر عن بعضها.

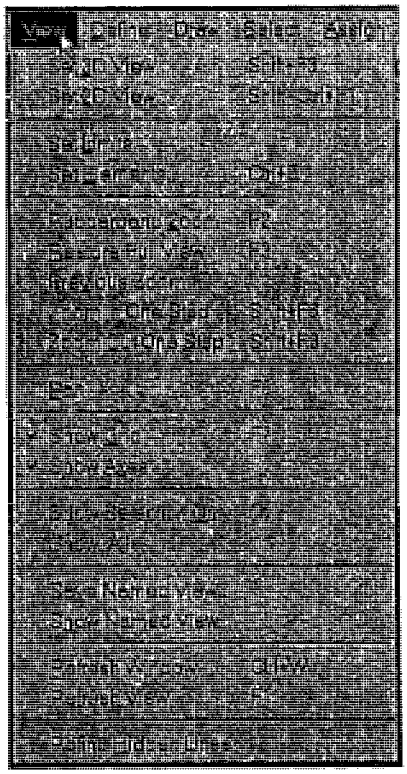
- **Connect**

يستخدم لربط العناصر المنفصلة عند نقطة معينة عكس الأمر السابق

- **Change Labels**

يقوم البرنامج بترقيم النقاط والعناصر أوتوماتيكيا وعند الرغبة في تغيير مسميات بعض الأجزاء يتم تحديدها ثم يتم تنفيذ هذا الأمر.

➢ قائمة العرض View Menu

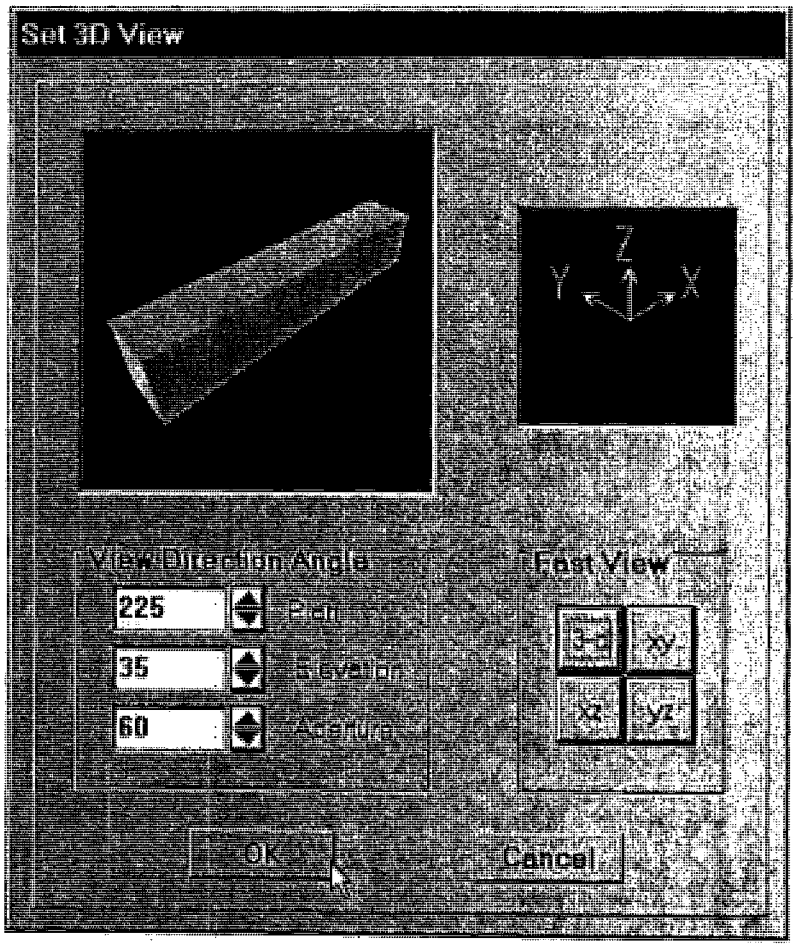


شكل (٥١) قائمة العرض View

تستخدم هذا القائمة للتحكم في متغيرات عرض المنشأ على الشاشة، ومن أوامر هذه القائمة :

- **Set 3D View**

يستخدم ذلك الأمر في عرض محتويات نافذة رؤية في الأبعاد الثلاثة ويمكن تنفيذ نفس الأمر بضغط الأيقونة من شريط الأدوات الرئيسي حيث يظهر مربع حوار كما بالشكل (٥٢)

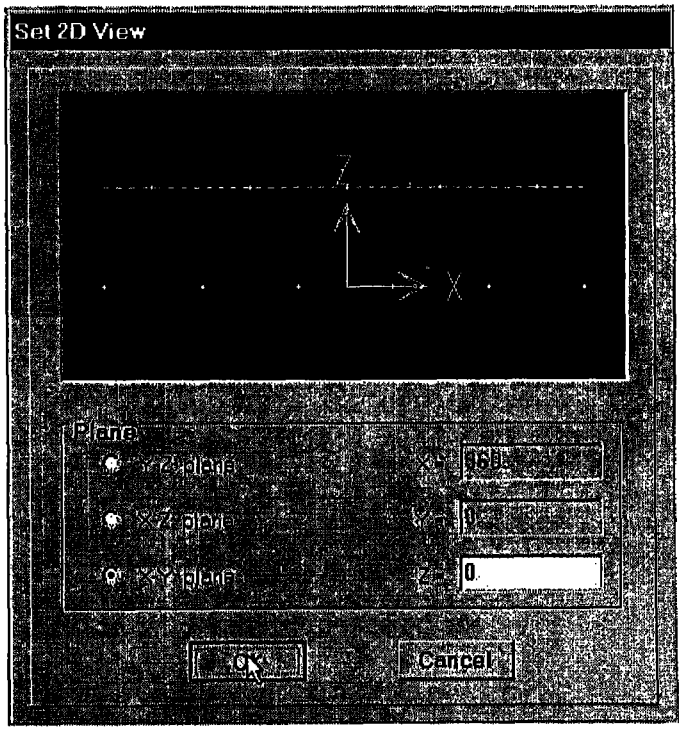


شكل (٥٢)

سيتم التحكم في زاوية الرؤية عن طريق تحديد زوايا الرؤية الثلاثة Plan , Elevation and Aperture أو اختيار زاوية رؤية سريعة بالضغط على أد الأيقونات فى منطقة Fast View

- **Set 2D View**

يتم التحكم في مستوى الرؤية في مستوى واحد 2D بالتغيير بين المستويات الثلاثة (X-Y , X-Z , Y-Z) وعند تنفيذ الأمر يظهر مربع حوار كما بالشكل (٥٣)



شكل (٥٣)

في الشكل (٥٣) لا نكتفي باختيار مستوى الرؤية فقط بل يتم تحديد بعد نقطة الرؤية عن نقطة الأصل على طول المحور العمودي على المستوى الذي

تم اختياره عن نقطة الأصل، والمستوى المحدد بهذا البعد يكون هو نفسه مستوى إجراء العمليات عند إجراء أية تعديلات للمنشأ.

يمكن تنفيذ الأمر السابق مباشرة بضغط أحد الأيقونات

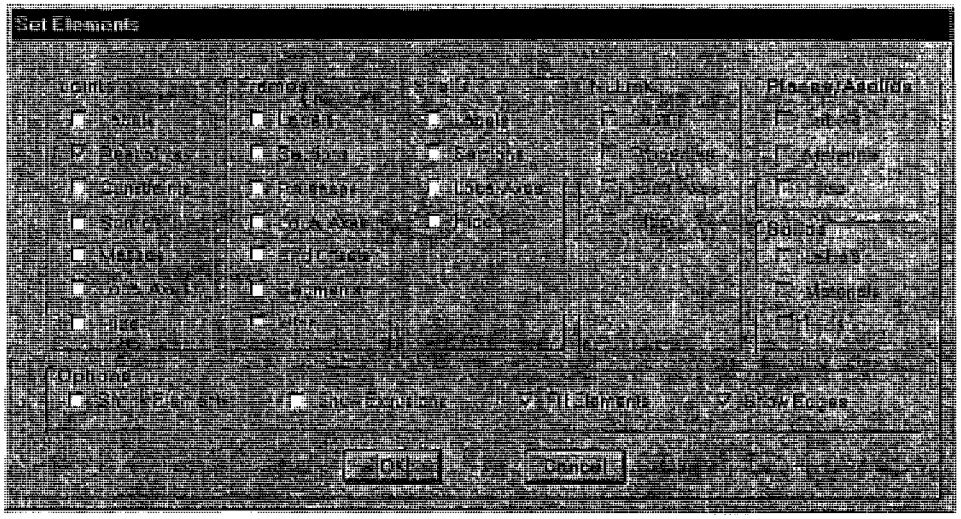
ويمكن التنقل من مستوى إلى مستوى آخر من خلال الأيقونات

- **Set Limits**

يستخدم هذا الأمر فى تحديد حدود نافذة الرؤية للمنشأ في المستويات الثلاثة (X-Y , X-Z , Y-Z) ويتم ذلك اما بعمل نافذة بالماوس تمثل حدود الرؤية أو بتحديد القيمة الدنيا والقصوى لحدود الرؤية في إتجاهات للمحاور X , Y , Z ، ويتم ذلك فى مربع الحوار الخاص بهذا الأمر.

- **Set Elements**

يستخدم هذا الأمر في التحكم في البيانات التي يتم عرضها على شاشة الرسم عن عناصر المنشأ مثل ترقيم العناصر وأسماء القطاعات والمحاور المحلية كما بالشكل (٥٤)



شكل (٥٤)

ومن خلال مربع الحوار السابق يمكن عمل بعض الخيـــارات الإضافيـــة

مثل:

الاختيار **Shrink Elements** يؤدى إلى عمل انكماش محدود للعنـــاصر لإمكانية رؤية العناصر منفصلة عن بعضها البعض.

الاختيار **Show Extrusions** لإظهار العناصر بالقطاعات المخصصة لها.

الاختيار **Fill Elements** لتظليل العناصر القشرية.

الاختيار **Show Edges** لإظهار حدود العناصر الخارجية.

- **Restore Full View**

يتم عرض كل محتويات المنشأ داخل نافذة الرسم.

- **Previous Zoom**

إعادة منظر الرؤية السابق

- **Zoom In One Step**

تكبير المنشأ تدريجيا

- **Zoom Out One Step**

تصغير المنشأ تدريجيا

- **Pan**

ترحيل نافذة الرؤية لأي اتجاه خلال المنشأ دون التكبير أو التصغير

- **Show Grid**

لعرض أو إخفاء خطوط شبكة الرسم المساعدة.

<u>ملحوظة :</u>

الخطوط الشبكية **Grid Lines** هي مجموعة من الخطوط المتوازية ذات تبـلعد منتظم وموازية للمحاور العامة وتساعد في رسم المنشأ وتسهيل تحديد الأبعـــاد،

ويمكن إضافة هذه الخطوط أثناء العمل أو تعديلها أو إخفائها، وأثناء الرسم تميل عمليات الرسم إلى التقاط Snap نقاط تقاطع الخطوط الشبكية لزيادة دقة الرسم ما لم يتم تعطيل هذه الخاصية Snap Off.

- **Show Axes**

لعرض أو إخفاء المحاور.

- **Show Selection Only**

لعرض العناصر التي تم اختيارها فقط

- **Show All**

لعرض جميع العناصر للمنشأ

- **Save Named View**

حفظ وضع الرؤية الحالي للنافذة النشطة، وذلك لاستدعائه عند الحاجة.

- **Show Named View**

عرض وضع رؤية تم حفظه من قبل.

- **Refresh Window**

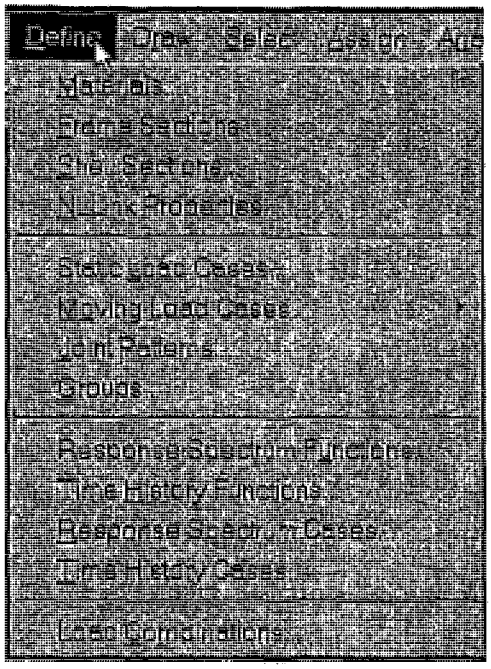
إعادة تنشيط نافذة البرنامج ويتم ذلك بعد تنفيذ بعض أوامر الرسم أو مسح العناصر لكي يتم إعادة إظهار العناصر على وضعها النهائي .

- **Refresh View**

لإعادة تنشيط نافذة الرسم الحالية فقط.

➢ قائمة التعريف Define Menu:

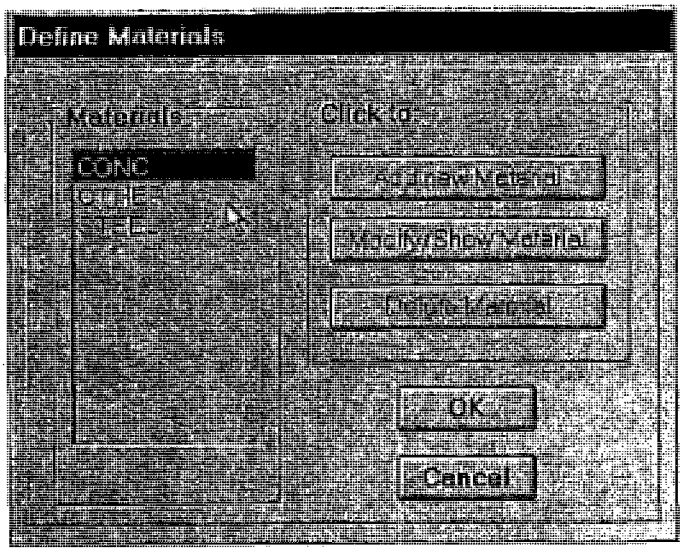
تستخدم قائمة التعريف لتعريف متغيرات متعلقة بالمنشأ مثل خواص المواد وخواص القطاعات للأجزاء الإطارية والقشرية وحالات التحميل وحالات تجميع الأحمال.



شكل (٥٥)

▫ Materials

يستخدم هذا الأمر في تعريف المواد التي يمكن تخصيصها لعناصر المنشأ حيث يمكن تعريف خصائص المواد من مربع الحوار كما بالشكل (٥٦)



شكل (٥٦)

من شكل (٥٦) يتم عرض المواد الافتراضية وهي الخرسانة Conc. والحديد Steel كما يمكن إضافة مواد أخرى جديدة بالضغط على:

Add new Material

فيظهر مربع حوار Material Property Data شكل (٥٧) فيتم إدخال اسم المادة أمام Material Name وأسلوب التصميم من قائمة Design Type ويتم تحديد خواص المادة من منطقة Analysis Property Data وهذه الخواص تشمل الوزن والكتلة ومعامل المرونة ونسبة بوسون ومعامل التمدد الحراري.

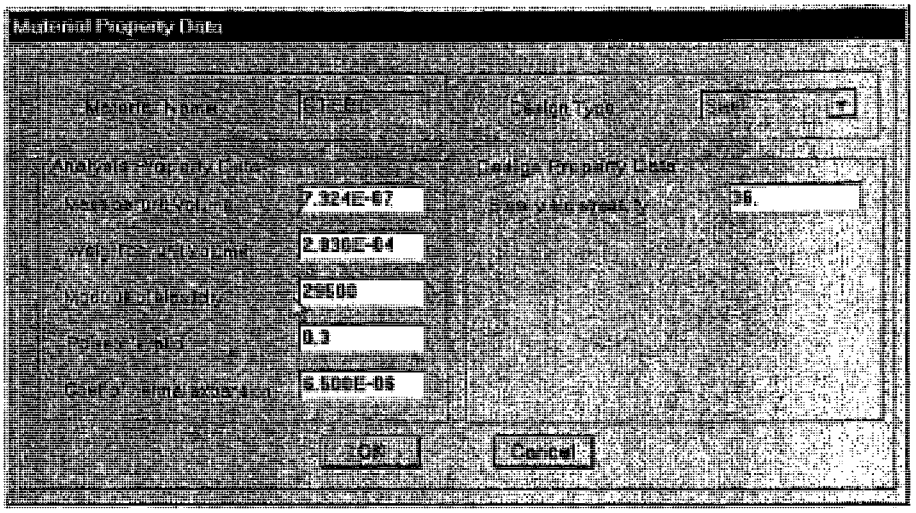
وللتعديل في مادة معرفة من قبل نختار المادة ثم نضغط على:

Modify/Show Material

فيظهر مربع حوار كما بالشكل (٥٧) ويتم تعديل ما يلزم.

ولحذف مادة معرفة نختارها ثم نضغط على:

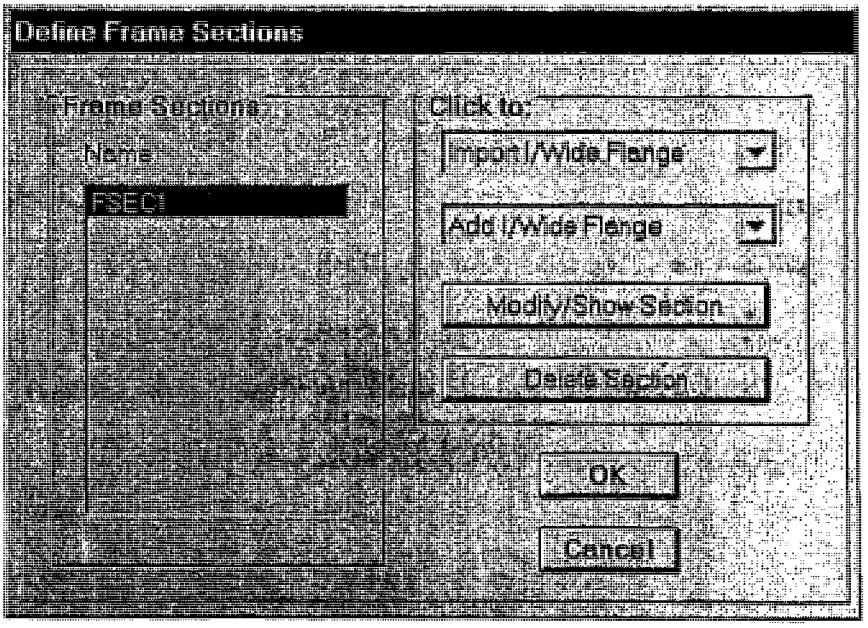
Delete Material



شكل (٥٧)

- **Frame Sections**

يتم من خلال هذا الأمر تعريف قطاعات العناصر لكي يمكن تخصيصها للعناصر فيما بعد ولا يشترط استخدام جميع القطاعات المختارة، وعند تنفيذ هذا الأمر يظهر مربع حوار كما بالشكل (٥٨):

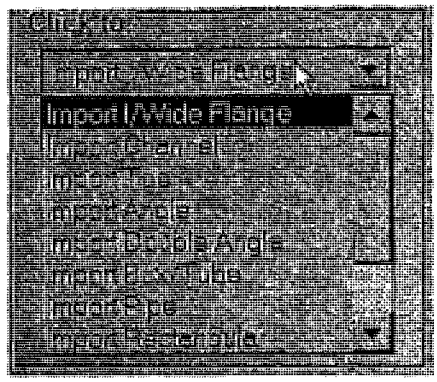


شكل (٥٨)

ويتم من خلاله تحديد قاعدة بيانات لاستدعاء القطاعات من خلالها، ومن ثم اختيار القطاعات المطلوبة، ويتم ذلك كما يلي:

أولا: اختيار قطاع من ملف قاعدة البيانات Importing Sections

١) من قائمة **Import** شكل (٥٩) نختار اسم القطاع المطلوب إدخاله من ملف الخواص مثل (**Wide Flange , Double Angle**)

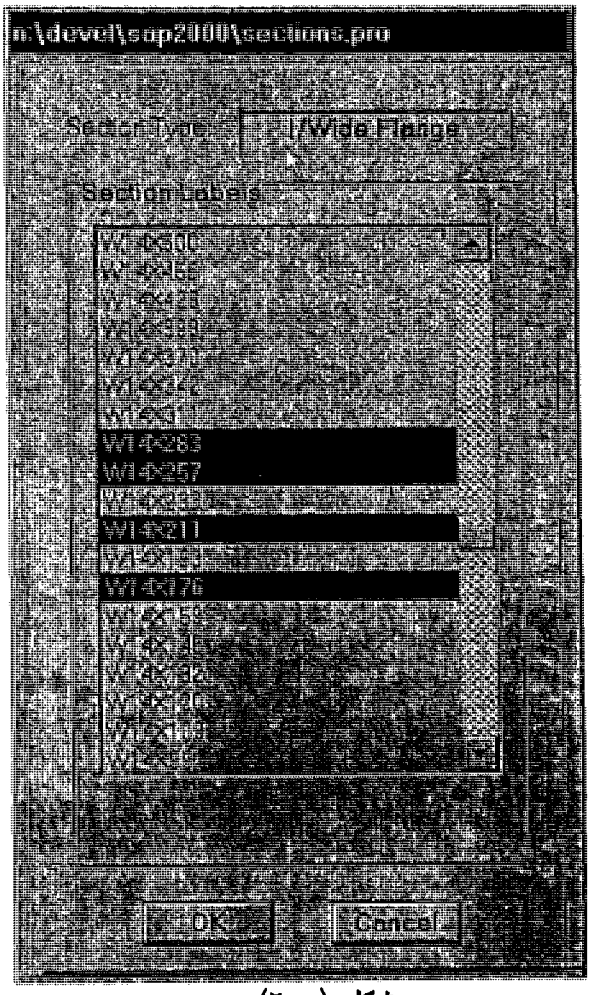


شكل (٥٩)

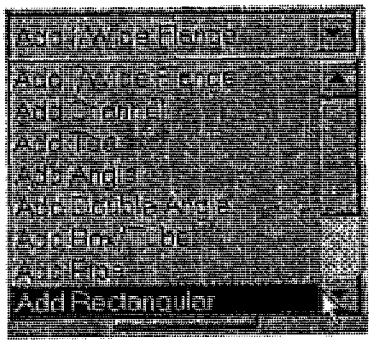
٢) نختار ملف قاعدة البيانات المطلوب استخدام القطاعات الخاصة به، وملفات قواعد البيانات وهي الملفات ذات الامتداد **PRO . ***

٣) يظهر مربع حوار به أسماء القطاعات القياسية المتاحة بملف قاعدة لبيانات فيتم اختيار أسماء القطاعات المتوقع استخدامها شكل (٦٠).

٤) بعد اختيار القطاعات وضغط OK يتم عرض القطاعات المختارة فى منطقة **Frame Sections Name** بشكل (٥٨) السابق.


m:\devel\sap2000\sections.pro
Section Type
Wide Flange
Section Labels
OK
Cancel

شكل (٦٠)

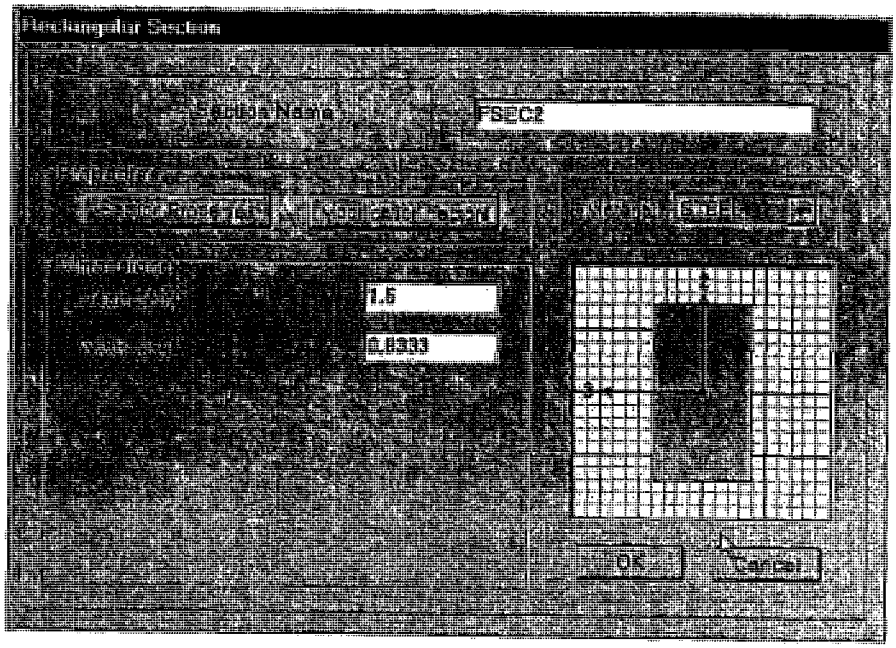

Add Wide Flange
Add Angle
Add Rectangular

شكل (٦١)

ثانيا : إضافة قطاع غير موجود:

من خلال مربع الحوار شكل (٥٨) يمكن إضافة قطاع غير موجود بقاعدة البيانات المستخدمة وذلك بالنقر على مربع الإضافة Add تظهر قائمة الإضافة شكل (٦١) ويتم اختيار شكل القطاع المطلوب إضافته.

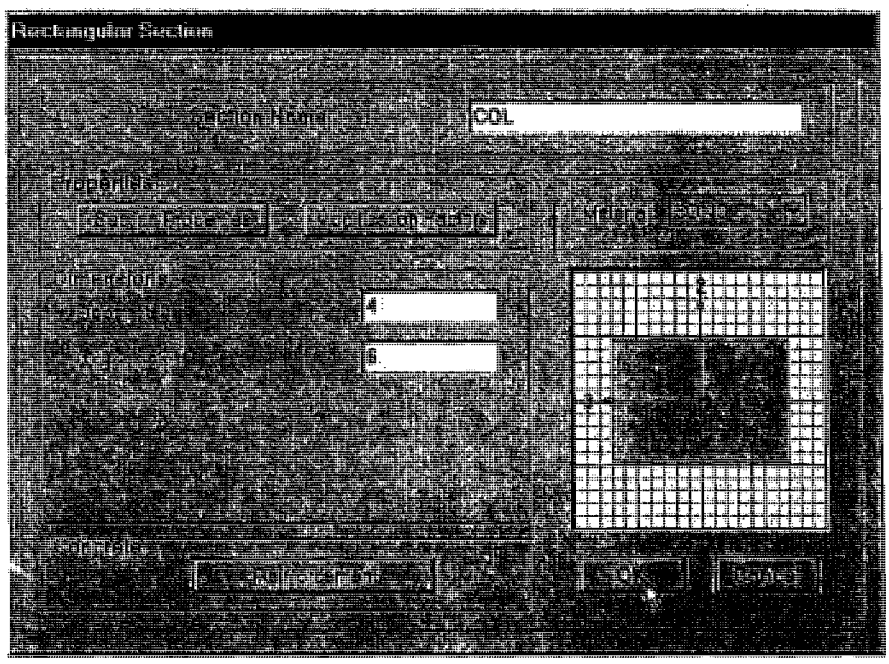
عند اختيار قطاع مستطيل باختيار **Add Rectangular** يظهر مربع حوار كما بالشكل (٦٢) ويتم من خلاله تحديد اسم للقطاع **Section Name** وتحديد أبعاده **Dimensions** ومادة القطاع **Material**.



شكل (٦٢)

بعد إدخال جميع خصائص القطاع المطلوبة والموافقة عليها يتم إضافة القطاع إلى قاعدة البيانات المستخدمة بنفس الاسم المحدد لهذا القطاع.

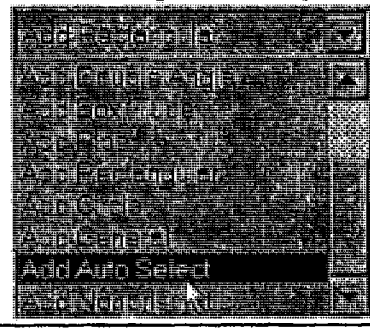
يلاحظ انه عند تغيير مادة القطاع تتغير البيانات المطلوبة عن القطاع، فعند تغيير المادة إلى الخرسانة المسلحة مثلا يظهر مربع حوار مختلف مـــزود بخانـــة لإضافة بيانات عن حديد التسليح شكل (٦٣).



شكل (٦٣)

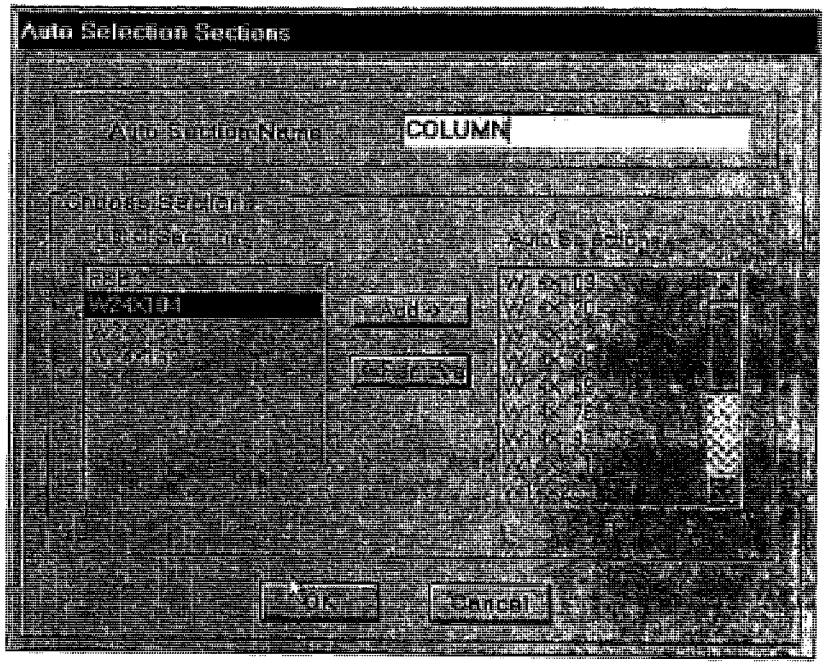
ثالثا : إعداد مجموعة قطاعات تحت إسم واحد :

يمكن إختيار مجموعة قطاعات وحفظها معا تحت إسم واحد لإستدعائها معا مرة واحدة عند الحاجة، ويفيد ذلك في إعداد مجموعة قطاعات خاصة بـــالأعمدة مثلا وأخرى خاصة بالكمرات وهكذا ، ويتم ذلك كما يلي:



شكل (٦٤)

- من قائمة Add يتم اختيار Add Auto Select شكل (٦٤)
- يظهر مربع حوار - شكل (٦٥) حيث يتم تحديد اسم لمجموعة القطاعات Auto Selection Name ، ثم يتم اختيار القطاعات المطلوب ضمها داخل هذه المجموعة من قائمة List of Sections ثم ضغط Add فيتم إضافة هذه القطاعات إلى قائمة Auto Selections.



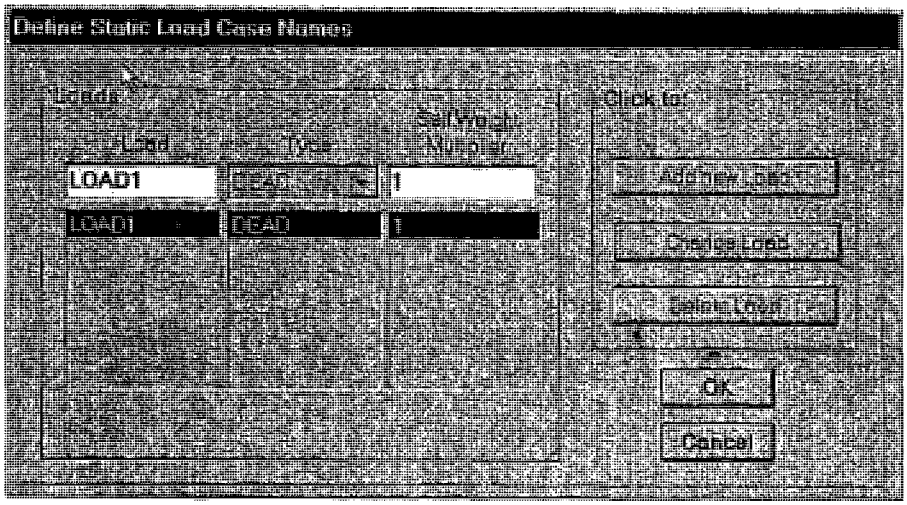
شكل (٦٥)

- **Shell Sections**

تنفيذ هذا الأمر يظهر مربع حوار لإدخال بيانات قطاع العنصر القشري مثل اسم القطاع، مادة العنصر، سمك القطاع، السلوك الإنشائي للعنصر .

▫ Static Load Cases

لتعريف حالات التحميل الاستاتيكية يتم تنفيذ هذا الأمر حيث يظهر مربـــع حوار كما بالشكل (٦٦) .



شكل (٦٦) تعريف حالات التحميل الاستاتيكية

ويتم من خلاله تســـمية حـــالات التحميـــل وأنواعـــها شـــكل (٦٧)- والمعاملات التي تضرب في الوزن النوعي للعنصر لإضافته لحـــــالات التحميـــل المختلفة.

شكل (٦٧)

- إضافة حالة تحميل جديدة :

-يتم تحديد اسم حالة التحميل ثم الضغط على المربع:

فيتم إضافة اسم حالة التحميل ومن ثم يبدأ تحديد الأحمـــال المؤثـــرة مـــن خلالها.

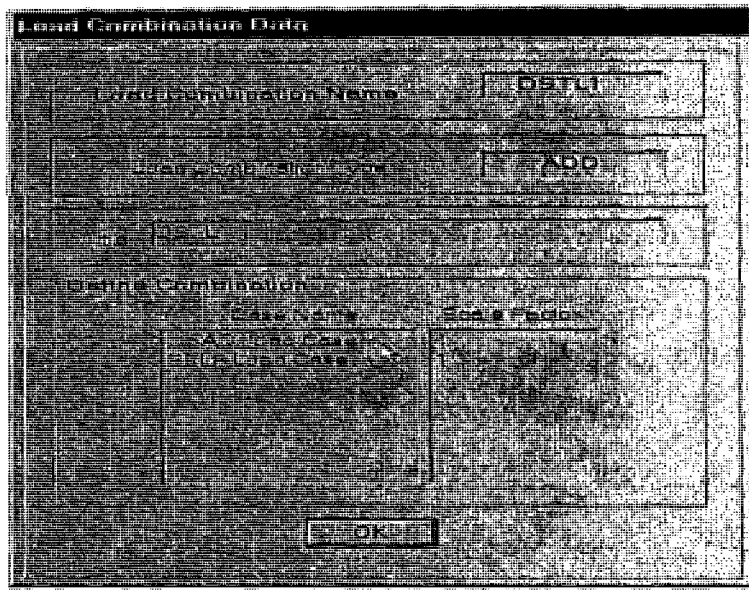
- تعديل حالة تحميل سبق تعريفها:

– بمجرد اختيار اسم حالة التحميل تظهر جميع البيانات الخاصـــة بها ومن ثم يمكن تعديل ما يلزم من بيانات ثم الضغط على

– لحذف حالة تحميل يتم اختيارها ثم الضغط على المربع:

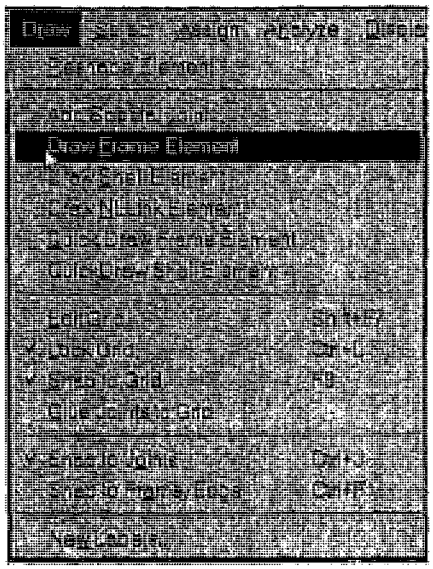
▫ Load Combinations

يتم عن طريق هذا الأمر عمل حالات تحميل مجمعة، كما يقوم البرنامج بعمل البرنامج بعمل حالات تجميع أوتوماتيكية لحالات التحميل المدخلة كما سيتضح بالأمثل، والشكل (٦٨) يوضح مربع حوار لحالة تحميل مجمعة .



شكل (٦٨) بيانات حالة تحميل مجمعة

➢ قائمة الرسم Draw Menu:



شكل (٦٩) قائمة Draw

عند تنفيذ أحد أوامر الرسم أو الضغط على أي أيقونة من أيقونات الرسم يصبح البرنامج في طور الرسم أي معد لإدخال أو تعديل عناصر في المنشأ ومن أوامر تعديل الرسم .

- **Reshape Elements**

- عند تنفيذ هذا الأمر أو ضغط الأيقونة من شريط الأدوات الطافي يتحول مؤشر الماوس إلى الشكل فيتم اختيار العنصر المطلوب تعديله حيث تظهر مربعات تحكم **End Grips** في بداية ونهاية العنصر.

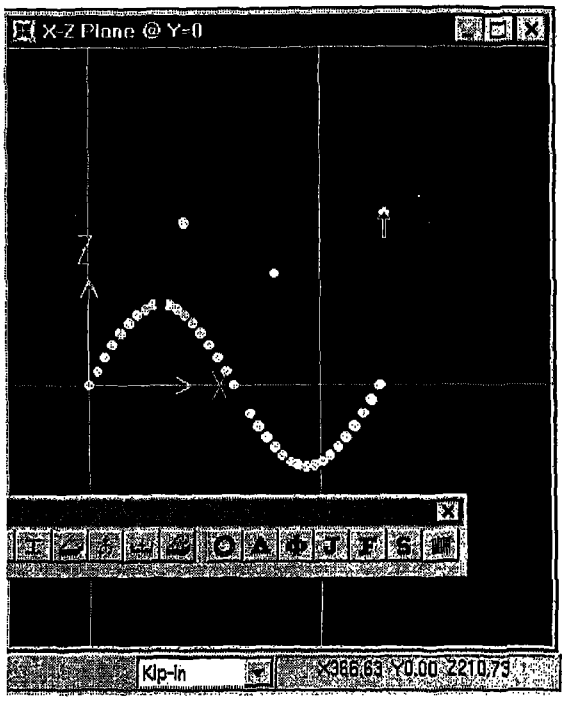
- يمكن من خلال هذه المربعات عند نهايات العنصر التحكم في شكل العنصر من حيث تغيير الطول أو نقل نقاط بداية أو نهاية العنصر من مكان لآخر أو نقل العنصر بالكامل لمكان آخر.

- كذلك يمكن عمل تمدد أو تقلص لأي عدد من العناصر.

▫ Add Special Joint

يستخدم هذا الأمر في إضافة نقاط جديدة إلى المنشأ في أي مستوى بالخطوات التالية :

- يتم تحديد مستوى الرؤية بحيث يكون هو نفسه مستوى الرسم.
- تم تنفيذ الأمر أو يتم ضغط الأيقونة مباشرة من شريط الأدوات الطافي فيتحول مؤشر الماوس إلى الشكل التالي: ⇧
- يتم النقر بالماوس مكان النقطة المطلوب إدخالها ويلاحظ تغير عداد الإحداثيات مع حركة الماوس.

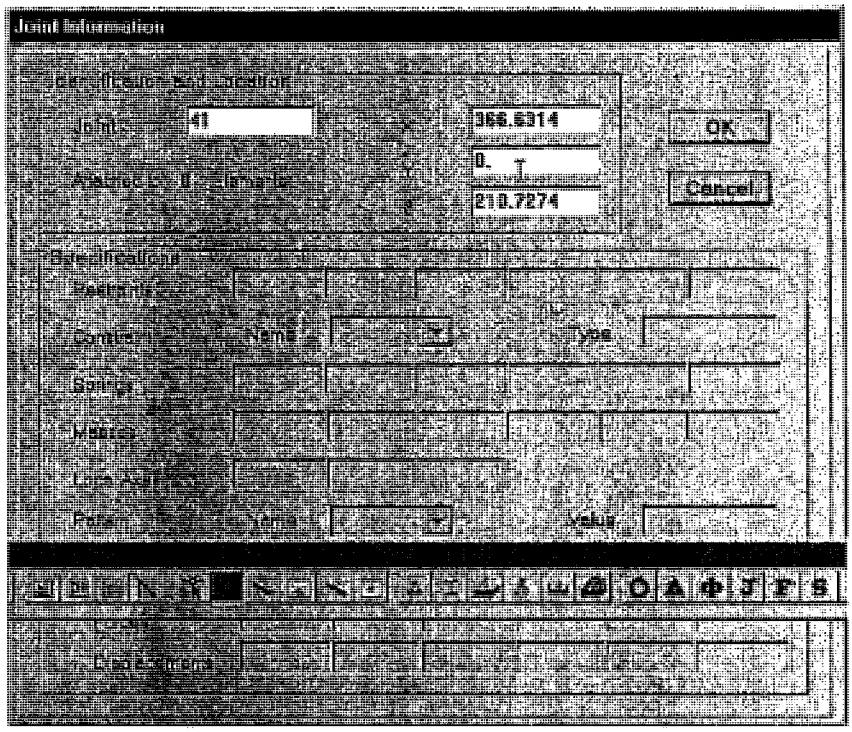


شكل (٧٠) إضافة نقطة جديدة

ملاحظات:

١ - عند إضافة نقطة في الأبعاد الثلاثة لابد من إضافتها عند نقاط تقاطع خطوط الشبكة

٢- عند الرغبة في تغيير بيانات نقطة موجودة بالفعل يتم الضغط عليها بزر الماوس الأيمن فيظهر مربع حوار لبيانات النقطة حيث يمكننا تغيير إحداثيات النقطة (X , Y , Z) شكل (٧١):



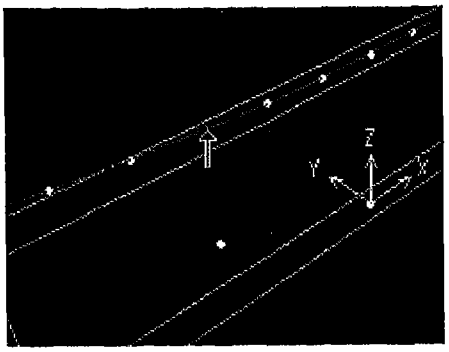
شكل (٧١) بيانات النقاط

- **Draw Frame Element**

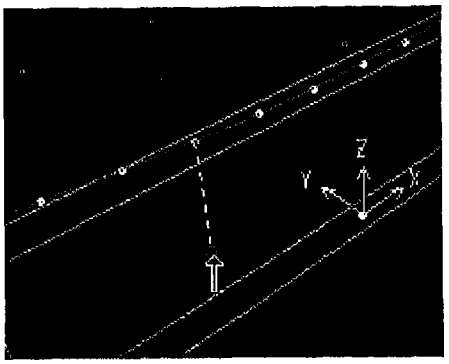
يستخدم هذا الأمر لرسم عنصر إطاري بين نقطتين في مستوى وذلك بتغيير مستوى الرؤية إلى المستوى المطلوب ثم تنفيذ الأمر أو ضغط الأيقونة مباشرة من شريط الأدوات الطافي.

يتم النقر بالماوس مرتين على نقطتين لبداية ونهاية العنصر، بشرط أن تكون هذه النقاط إحدى نقاط شبكة الرسم المساعدة أو نقاط معرفة مسبقا وموجودة في مستوى الرسم الحالي.

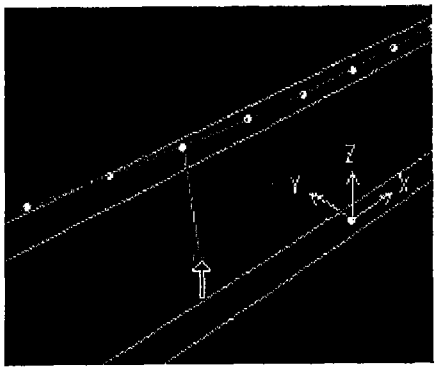
ويمكن إضافة أي عدد من العناصر بنفس الطريقة، وعند الانتهاء يمكن الخروج من هذه المرحلة بالنقر المزدوج **Double Click** على آخر نقطة أو بضغط **Enter** أو **Esc**.



شكل (٧٢-أ)
اختيار النقطة الأولى في العنصر



شكل (٧٢-ب)
اختيار النقطة الثانية في العنصر



شكل (٧٢-ج)
الانتهاء من رسم العنصر

- **Draw Shell Element**

يتم استخدام هذا الأمر لرسم عنصر قشري بتحديد أربعة نقاط تمثل أركان العنصر وذلك بعد تغيير مستوى الرؤية إلى المستوى المطلوب رسم العنصر به ثم تنفيذ الأمر أو ضغط الأيقونة من شريط الأدوات الطافي مباشرة.

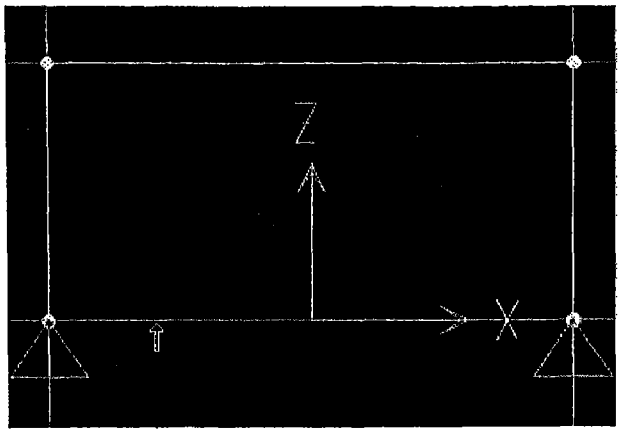
يتم الضغط على أربعة نقاط بشرط أن تكون نقط تقاطع شبكة الرسم المساعدة أو نقاط معرفة مسبقا.

عند الرغبة في عمل عنصر قشري ثلاثي يتم اعتبار النقطة الأولي هي النقطة الرابعة ويكون اختيار النقاط في اتجاه واحد مع أو عكس عقارب الساعة.

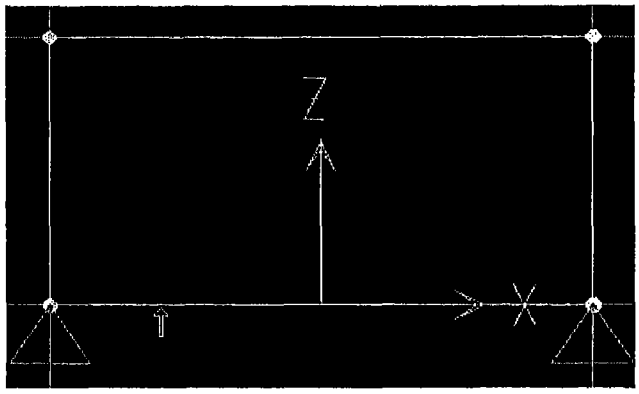
- **Quick Draw Frame Element**

يستخدم هذا الأمر لرسم عنصر إطاري عن طريق وضع مؤشر الماوس مباشرة على خط الشبكة بين نقطتين معرفتين مسبقا أو نقطتي تقاطع خطوط الشبكة وذلك كما يلي:

- يتم إظهار خطوط الشبكة في حالة عدم ظهورها .
- يتم تغيير مستوى الرؤية إلى المستوى المطلوب الرسم فيه.
- يتم تنفيذ الأمر أو بضغط الأيقونة مباشرة من شريط الأدوات الطافي.
- يتحول مؤشر الماوس إلى الشكل ⇧ ويتم النقر بالماوس على خط الشبكة بين النقطتين المطلوب رسم عنصر بينهم-شكل (٧٣)



شكل (٧٣ أ)
النقر بمؤشر الماوس على
خط شبكة الرسم المساعدة



شكل (٧٣ب)
رسم العنصر

- **Quick Draw Shell Elements**

لرسم عنصر قشري عن طريق النقر بالماوس داخل مساحة محاطة بأربعة خطوط من خطوط شبكة الرسم المساعدة، وذلك كما يلي:

- نظهر خطوط الشبكة في حالة عدم ظهورها .
- نغير مستوى الرؤية إلى مستوى الرسم.
- ننفذ الأمر أو نضغط الأيقونة مباشرة من شريط الأدوات الطافي.

- يتحول مؤشر الماوس إلى الشكل ⇧ ثم يتم النقر بالماوس داخل المنطقة المطلوبة المحاطة بخطوط شبكة الرسم او بعناصر إطارية سواء أكانت ثلاثة أو أربعة خطوط او عناصر لرسم عنصر قشري ثلاثي أو رباعي.

يلاحظ انه لا يمكن الرسم بهذه الطريقة في الأبعاد الفراغية الثلاثة ويجب العمل بها من خلال مستوى فقط.

▫ Edit Grids

يقصد بتعديل الشبكة تعديل شبكة خطوط الرسم المساعدة، وذلك بتعديل أبعادها وتقسيماتها لتلائم شكل وأبعاد المنشأ الجاري العمل به مما يسهل توقيع وتعريف النقاط والعناصر.

والشبكة الأساسية يتم عملها أوتوماتيكيا بمعرفة البرنامج عند بداية الرسم ويمكن تعديلها بعد ذلك من خلال تنفيذ هذا الأمر أو بالنقر المزدوج **Double Click** على خطوط الشبكة مباشرة فيظهر مربع الحوار التالي - شكل (٧٤).

من خلال هذه النافذة يمكن تعديل خطوط الشبكة في أي من اتجاهات المحاور الثلاثة وإضافة خطوط جديدة أو حذف خطوط كائنة أو وضع خطوط على مسافات غير منتظمة .

ومن ثم يجب بداية تحديد المحور العام المطلوب تعديل خطوط الشبكة خلاله من خلال نافذة تحديد الاتجاه **Direction**

لإضافة خط جديد للشبكة يتم تحديد مكانه بكتابة بعده عن الحور الأصلي من خلال نافذة **Location** ثم النقر على مربع الإضافة

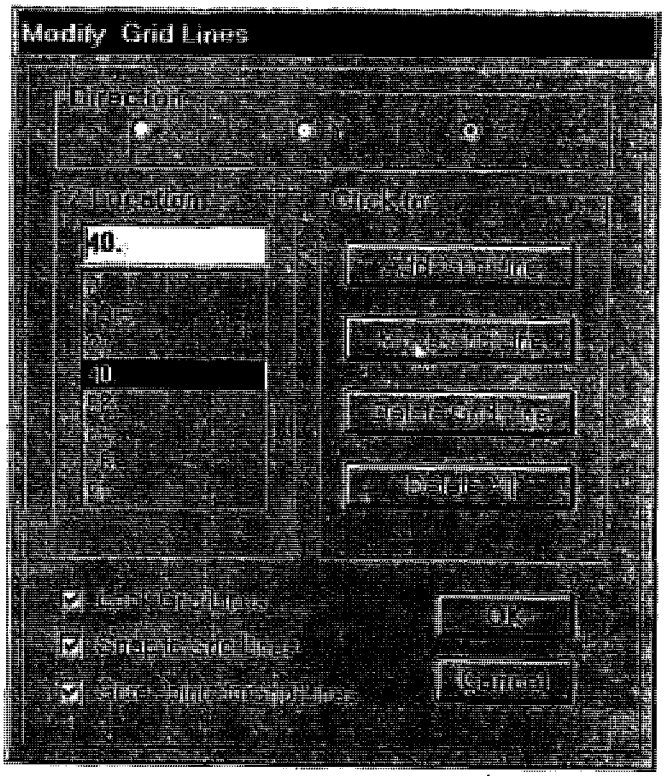
لتغيير موضع خط شبكة نختار الخط ثم نكتب البعد الجديد من خلال نافذة **Location** ثم النقر على مربع النقل :

لحذف خط شبكة يتم اختياره ثم الضغط على مربع الحذف

لحذف جميع الخطوط نضغط مربع حذف الجميع Delete All

يلاحظ وجود عدة متغيرات أخرى بنافذة الحوار تفيد فيما يلي:

- لمنع تحرك خطوط الشبكة مع العناصر أثناء تحريك العناصر يتم تنشيط هذا المتغير: Lock Grid Lines
- لضبط حركة الماوس على الشاشة لينتقل مباشرة بين نقاط تقاطع الشبكة مما يسهل الرسم ورفع دقة تحديد أبعاد العناصر يتم تنشيط هذا المتغير: Snap to Grid Lines
- لكي يتم نقل النقاط مع خطوط الشبكة يتم تنشيط المتغير: Glue Joints to Grid Lines



شكل (٧٤) تعديل خطوط الشبكة

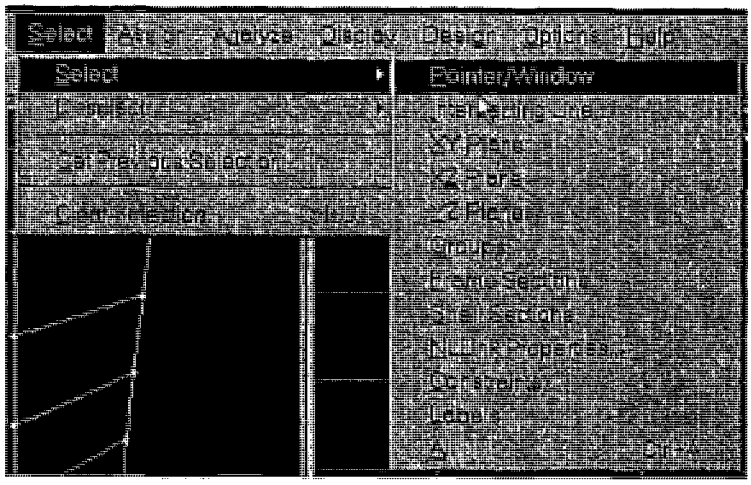
- **Snap to Joints**

عند تنشيط هذا المتغير يتم تحرك الماوس بالقفز بين النقاط مباشرة ويفيد ذلك في تسهيل ورفع دقة الرسم.

- **Snap to Frame/Edge**

عند تنشيط هذا المتغير يتنقل الماوس بين نهايات العناصر الإطارية وأركان العناصر القشرية.

➢ قائمة الاختيارات Select Menu:



شكل (٧٥) قائمة الاختيارات Select

تستخدم قائمة الاختيارات لاختيار عناصر معينة تمهيدا لإجراء عمليات معينة بعد اختيارها، مثل التعديل والتخصيص والطباعة والعرض على الشاشة وما إلى ذلك.

لاختيار عناصر معينة يجب تحويل البرنامج إلى وضع الاختيار **Select Mode**، وذلك بنقر أحد أيقونات الاختيار من على شريط الأدوات الطافي مباشرة أو بتنفيذ أي أمر من أوامر قائمة الاختيار.

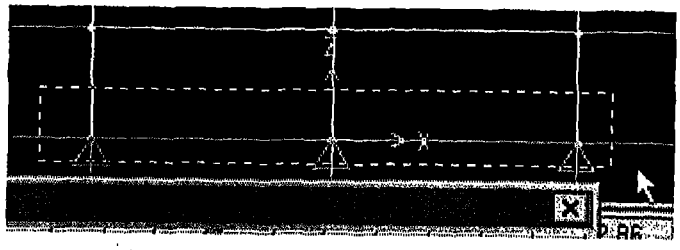
وتحتوى قائمة الاختيارات على الأوامر التالية:

- Select

ويشمل هذا الأمر عدة أوامر فرعية أخرى هي:

- Pointer/Window

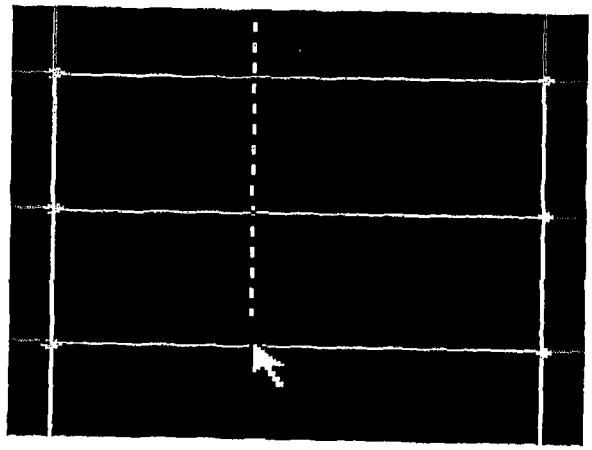
عند تنفيذ هذا الأمر أو ضغط الأيقونة يمكن اختيار العناصر عنصرا عنصرا بالنقر على كل عنصر بالماوس أو اختيار مجموعة عناصر معا بسحب نافذة بالماوس تشمل هذه العناصر داخلها.



شكل (٧٦) اختيار مجموعة نقاط بالنافذة

- Intersecting Line

عند تنفيذ هذا الأمر أو ضغط الأيقونة يمكن اختيار مجموعة عناصر بسحب خط بالماوس يقطعها جميعا كما بالشكل (٧٧) .



شكل (٧٧) اختيار العناصر بطريقة Intersecting Line

XY Plane -

يستخدم هذا الأمر في اختيار جميع العناصر في المستوى XY وعند اختيار هذا الأمر يتم اختيار جميع العناصر الواقعة بهذا المستوى بمجرد النقر بالماوس على أي نقطة في هذا المستوى .

وبنفس الأسلوب يتم تنفيذ الأوامر **XZ Plane , YZ Plane**

Groups -

يتم عن طريق هذا الأمر اختيار مجموعة عناصر قد تم اختيارها وتجميعها مسبقا تحت مسمى معين، وعند تنفيذ هذا الأمر تظهر نافذة حوار تحتوى أسماء المجموعات التي تم تكوينها من قبل لاختيار إحداها .

Frame Sections -

لاختيار العناصر الإطارية بمعلومية اسم القطاع الخاص بها، وعند تنفذ هذا الأمر يظهر مربع حوار به أسماء القطاعات المخصصة للعناصر فيتم اختيار قطاع أو اكثر فيتم بالتالي اختيار جميع العناصر المخصص لها هذه القطاعات.

Shell Sections -

لاختيار العناصر القشرية بمعلومية اسم القطاع الخاص بها، وعند تنفذ هذا الأمر يظهر مربع حوار به أسماء القطاعات المخصصة للعناصر فيتم اختيار قطاع أو اكثر فيتم بالتالي اختيار جميع العناصر المخصص لها هذه القطاعات.

Constraints -

يستخدم هذا الأمر لاختيار النقاط عن طريق تحديد القيود الخاصة بالنقاط المطلوبة من خلال مربع حوار خاص بذلك.

Labels -

لاختيار عناصر معينة عن طريق أسماء أو أرقام العناصر حيث يتم تحديد العنصر المطلوب عنصر إطاري أو قشري أو نقاط ثم تحديد أسماء أو أرقام العناصر المطلوبة.

All -

لاختيار جميع أجزاء وعناصر المنشأ حيث يمكن تنفيذ الأمر من داخل القائمة أو بضغط الأيقونة من شريط الأدوات الطافي مباشرة.

- **Deselect**

لاستبعاد عناصر تم اختيارها، ويتفرع من هذا الأمر نفس الخيارات الفرعية المتاحة لأمر الاختيار **Select**

- **Get Previous Selection**

لتكرار آخر اختيار تم عمله ويتم بتنفيذ الأمر أو ضغط الأيقونة من شريط الأدوات الطافي مباشرة.

- **Clear Selection**

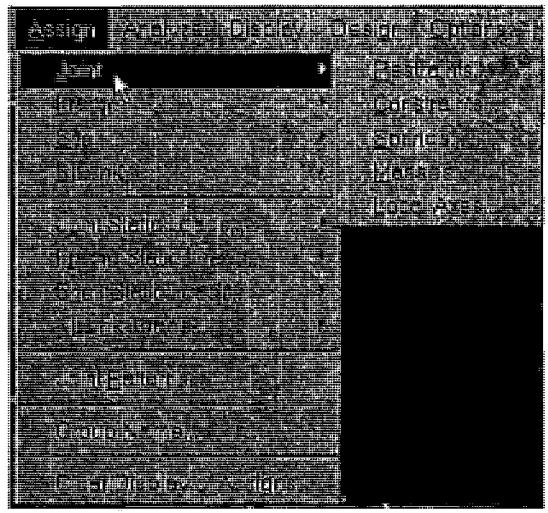
لإنهاء حالة الاختيار الحالية ويتم بتنفيذ الأمر أو ضغط الأيقونة من شريط الأدوات الطافى مباشرة.

➢ قائمة التخصيص Assign Menu:

شكل (٧٨) قائمة التخصيص

تستخدم قائمة التخصيص لتخصيص خواص المواد والأحمال للعناصر التي تم اختيارها مسبقا من قائمة الاختيارات Select وتشمل قائمة التخصيص ما يلي:

١ - تخصيص خواص النقاط :

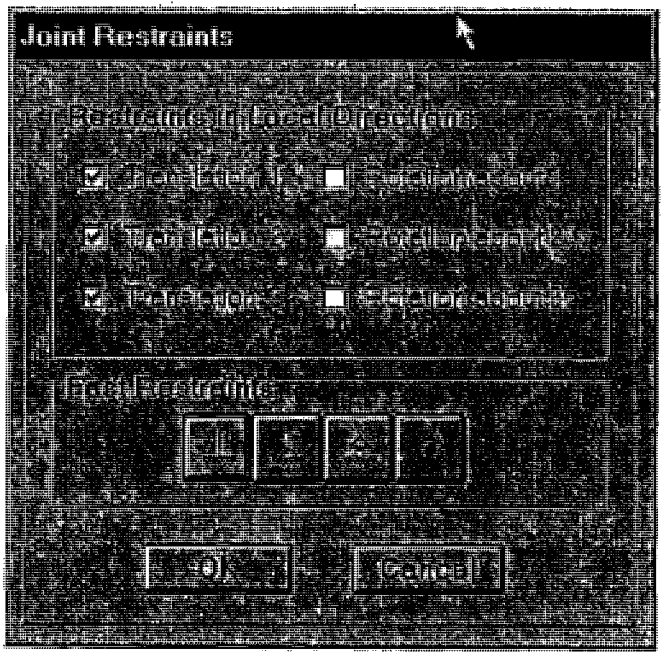


شكل (٧٩) تخصيص خواص النقاط

وتشمل

- **Restraints**

لتخصيص قيود النقاط يتم تنفيذ الأمر أو ضغط الأيقونة من شريط الأدوات الطافي حيث يظهر مربع حوار كما بالشكل (٨٠) حيث نختار القيود المطلوبة أو نضغط على شكل الركيزة المطلوبة مباشرة

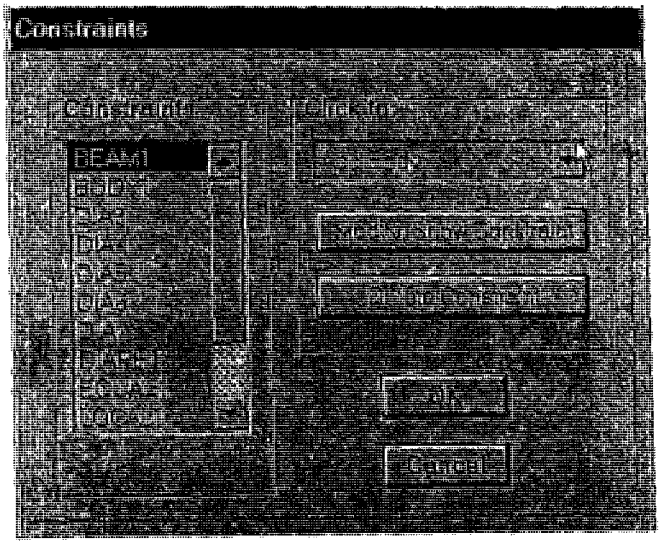


شكل (٨٠)

- **Constraints**

لتحديد تطابق الازاحات للنقاط حيث يظهر مربع حوار كما بالشكل (٨١)

ويوجد عدة حالات لتطابق القيود يتم عرضها من خلال القائمة **Add**، والشكل (٨٢) يبين حالات تطابق القيود المختلفة:



شكل (٨١)

شكل (٨٢)

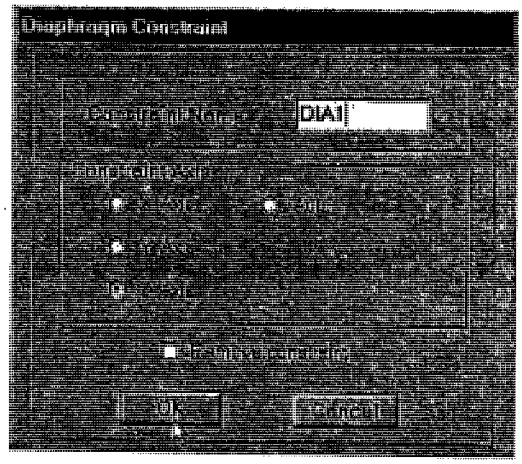
وتحديد حالة تطابق القيود **Constraints** يحدد سلوك النقـــاط المتطابقـــة الإزاحة وذلك كما يلي:

Body Constraint تجعل النقاط المتطابقة القيود تتحرك معـــا فـــي الاتجاهات الثلاثة (3D).

Diaphragm Constraint	تجعل النقاط المتطابقة القيود تتحرك معا في مستوى واحد (2D)، دون تطابق للقيود في الإزاحات خارج هذا المستوى.
Plate Constraint	تجعل النقاط المتطابقة القيود والواقعة في نفس المستوى تتحرك معا خارج المستوى وذلك دون تطابق للقيود داخل نفس المستوى.
Rod Constraint	تجعل النقاط المتطابقة القيود تتحرك معا كقضيب مستقيم يقاوم الإستطالة المحورية.
Beam Constraint	تجعل النقاط المتطابقة القيود تتحرك معا ككمرة مستقيمة تحت تأثير تشكلات الانحناء .
Equal Constraints	تجعل النقاط المرتبطة تتحرك معا بقيم متساوية فى القيمة والاتجاه أو متساوية فى القيمة وعكس الاتجاه لدرجة حرية (**Degree of Freedom**) معينة يتم تحديدها .

ولتحديد مجموعة نقاط متطابقة الإزاحة يتم إتباع الآتي:

- يتم اختيار النقاط المطلوب مطابقة ازاحاتها ثم يتم تنفيذ الأمر فيظهر مربع الحوار كما بالشكل (٨١).



شكل (٨٣)

- نختار من قائمة Add نوع الارتباط مثلا نختار Add Diaphragm فيظهر مربع حوار كما بالشكل (٨٣).
- من خلال مربع الحوار بالشكل (٨٣) يتم اختيار اسم للمجموعة ثم تحديد المحور المطلوب تحديد تطابق للإزاحات النقاط في اتجاهه.

□ Springs

لكي يتم تحديد الركائز الزنبركية للنقاط-عند وجودها- يتم تخصيص ذلك من خلال هذا الأمر وذلك كما يلي:

١) نختار النقاط المطلوب تخصيصها.

٢) ننفذ الأمر فيظهر مربع حوار Joint Springs.

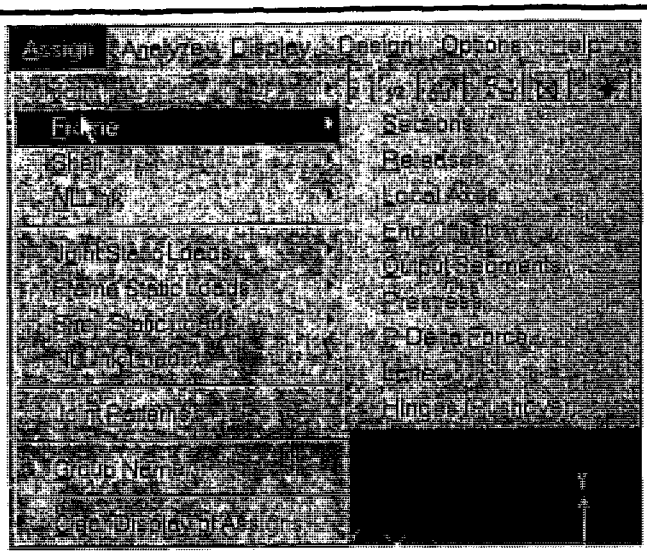
٣) في مربع الحوار ندخل قيم معاملات الجساءة Spring Stiffness للزنبرك في الاتجاهات المختلفة.

□ Local Axes

لتخصيص المحاور المحلية للنقاط وتحديد اتجاهاتها وذلك بتحديد زاوية دورانها عن المحاور العامة.

٢ - *تخصيص خواص العناصر الاطارية Frame :*

يتم تخصيص خواص العناصر الاطارية مثل القطاع والمادة والمحاور المحلية بتنفيذ الأوامر الفرعية كما بالشكل (٨٤) وهذه الأوامر هي:



شكل (٨٤) قائمة Assign / Frame

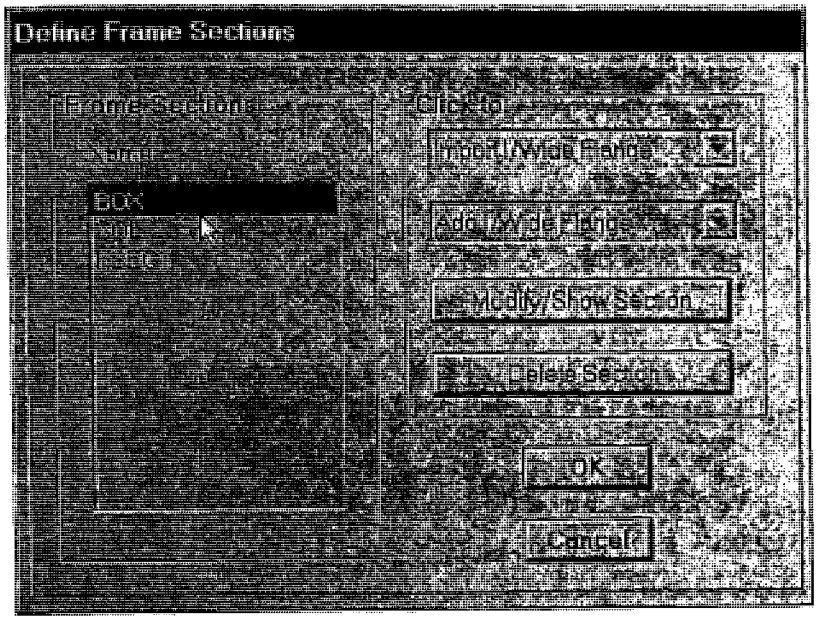
- **Sections**

لتخصيص قطاعات سبق تعريفها من أمـــر **Define** للعنـــاصر الاطاريـــة الموجودة بالمنشأ حيث نتبع الآتي .

١)نختار العناصر المطلوب تخصيص قطاعاتها

٢) ننفذ الأمر أو نضغـــط الأيقونـــة من شريط الأدوات الطافي

٣) يظهر مربع حوار كما بالشكل (٨٥)



شكل (٨٥) تخصيص قطاعات العناصر الاطارية

٤) من مربع حوار تخصيص قطاعات العناصر الاطارية نحدد اسم القطاع الذى سبق تعريفه من قائمة **Frame Sections**

- **Releases**

العناصر الاطارية المتقابلة فى نقطة عندما تكون متصلة (Connected) يكون بين هذه العناصر ارتباط فى التشكلات وبالتالى يكون بينها ارتباط فى القوى الداخلية والاجهادات .

ولكن يمكن إن يوجد عنصر أو أكثر بين مجموعة عناصر غير مرتبط بها ارتباط كلى فيمكن تحديد درجات حرية معينة لا يكون للعنصر اتصال بباقى العناصر المرتبط بها عند هذه النقطة .

مثال لذلك عندما تكون نهاية أحد العناصر (Pin Hinge) ذلك يعنـــى ان هـذا العنصر عند هذه النقطة لا يوجد عليه Bending Moment أي انـــه لا يتـأثر بباقى العناصر المرتبط بها عند حساب قيم العزوم عند نقطة الاتصال

وكما بالشكل (٨٦) العنصر رقم (a) نهايتيه Pin Hinge لذلك يكون حـر الدوران حول المحور المحلى ٣ فبالتالي قيم العزوم عند نهايتيه I , J تساوى صفر فى هذه الحالة يسمى العنصر حر (Released) فى درجة الحرية R3 اى الدوران حول محوره المحلى ٣ ولعمل ذلك نتبع الاتى

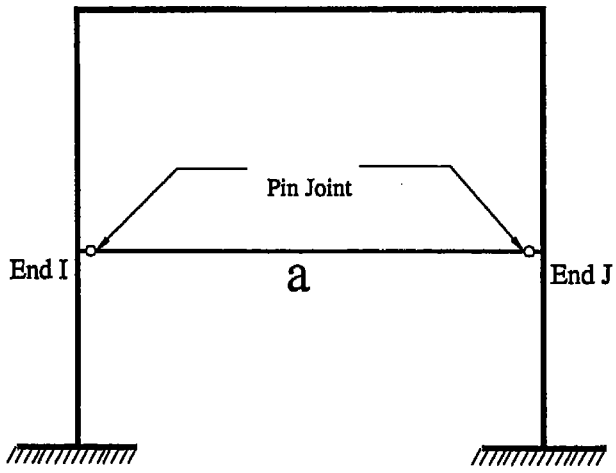
١) نختار العنصر أو العناصر ثم ننفذ الأمر

٢) يظهر مربع حوار Frame Releases

٣) نحدد لكل نهاية من نهايات العنصر نوع الحرية المطلوبة

(Axial, Shear Force2, Shear Force3, Torsion, Moment22, Moment 33)

٤) فى حالة عدم الرغبة عدم وجود Releases نضغط الاختيار No Releases

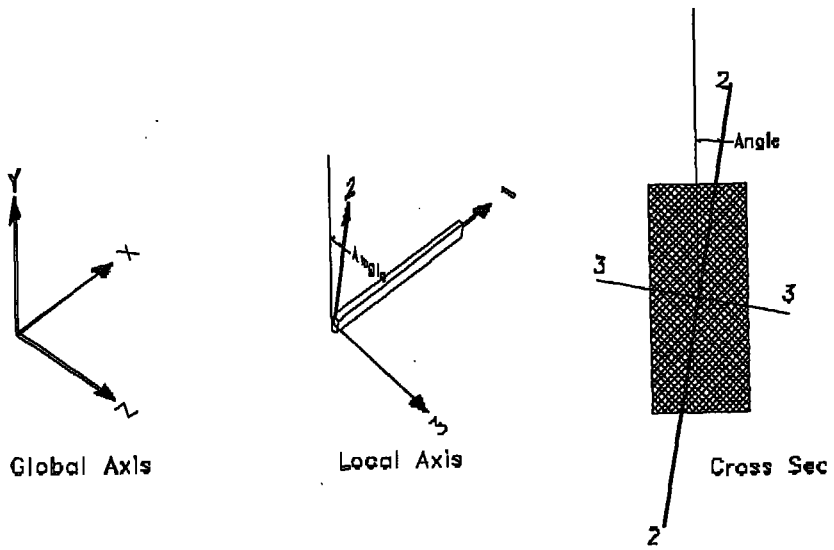


شكل (٨٦)

Local Axes

قد سبق تعريف المحاور المحلية للعنصر الاطـــارى ولكـــن للتحكـــم فـــى اتجاهات المحاور المحلية للعناصر الاطارية نختار العناصر المطلـــوب تحديـــد محاور محلية لها ثم ننفذ الأمر حيث يظهر مربـــع الحـــوار Frame Local Axes حيث نحدد زاوية دوران المحور المحلى ٢ حول المحلى ١ والزاويـــة مقاسة بالدرجات ويكون الاتجاه الموجب عكس اتجاه عقارب الســـاعة إذا كـــان المحور المحلى ١ متجها إليك .

وكما ذكرنا المحور المحلى ١ يتجه فى اتجاه طول العنصر والعناصر المحليـــة الثلاثة لا بد أن تتبع قاعدة اليد اليمنى .



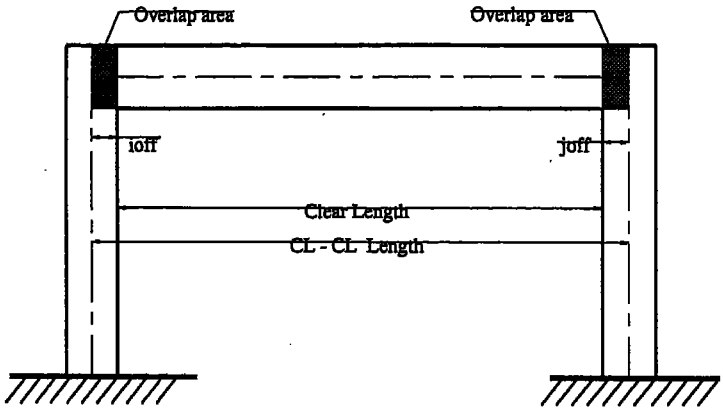
شكل (٨٧) المحاور المحلية للعناصر الاطارية

End Offsets

عندما ندخل طول عنصر للبرنامج ندخله على أساس الطول من مركز الركيزة إلى مركز الركيزة الأخرى ولكن فى هذه الحالة يوجد جزء من طول العنصر مشتركا بين الركيزة والعنصر وهو الجزء من وجه الركيزة حتى مركز الركيزة شكل (٨٨) وهذا الجزء خاصة عندما يكون عرض الركيزة كبير يؤثر فى قيمة القوى الداخلية على العنصر وعندما ندخله فى حساباتنا يقلل من القوى الداخلية على العنصر ويتم ذلك كما يلى .

١) نختار العناصر المطلوب تحديد Offsets لها

٢) ننفذ الأمر فيظهر مربع حوار Frame End Offsets حيث ندخل قيم ترحيل النهايات End Offsets للنهاية End I والنهاية End J



شكل (٨٨)

Output Segments

يمكن تقسيم العنصر إلى مجموعة أقسام يتم عرض النتائج لها ويتم ذلك باتباع الآتى:

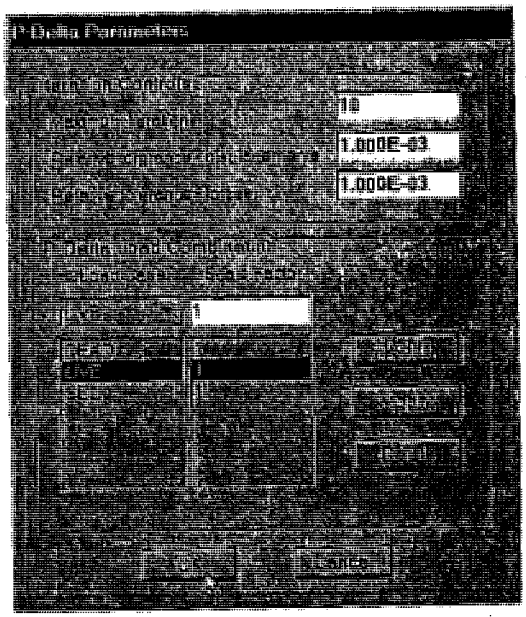
١) نختار العناصر المطلوب تقسيمها.
٢) ننفذ الأمر ثم نختار عدد الأقسام المطلوبة من مربع الحوار.

- **Prestress**

يتم تخصيص أحمال سبق الاجهاد عن طريق هذا الأمر حيث نتبع الآتي
١) نختار العناصر الواقع عليها سبق الاجهاد
٢) ننفذ الأمر حيث يظهر مربع حوار Frame Prestressing Patterns
٣) في مربع الحوار ندخل قيمة الشد في الكابل ثم ندخل إحداثيات نقطة البداية والمنتصف والنهاية للكابل ثم نختار Add

- **P-Delta Force**

قد بينا بالباب السابق تأثير الازاحات على القوى الداخلية للعناصر ولكى نتحكم فى تأثير هذا المعامل نتبع الآتي
١) نحدد العناصر المطلوب تخصيص P-Delta لها
٢) ننفذ الأمر فيظهر مربع حوار كما بالشكل (٨٩)



شكل (٨٩)

٣) فى مربع الحوار ندخل البيانات كما يلى

- ***Maximum Iterations***

هو عدد مرات إعادة حسابات المنشأ لإدخال تأثير التشكلات

- ***Relative Tolerance - Displacements***

السماحة النسبية للاستطالات (أي مدى الاستطالة المسموح به لكي لا نعتبره مؤثر على الاجهادات)

- ***Relative Tolerance - Forces***

السماحة النسبية للقوى الداخلية (أي مدى القوى الداخلية الناتجة من التشكلات التي عندها يهمل تأثير التشكلات)

- ***P-Delta Load Combination***

ندخل حالات التحميل المطلوب حساب تأثير الاستطالات الناتجة عنها ونلاحظ ان هذه الحالات هي غالبا التي ينتج عنها استطالات كبيرة

ندخل البيانات كما بالشكل (٨٩) ثم نضغط

٣ - *تخصيص خواص العناصر القشرية*

يتم من هذا الأمر تخصيص البيانات الخاصة بالعناصر القشرية ويشمل مجموعة أوامر فرعية منها .

- **Local Axis**

للتحكم فى المحاور المحلية للعناصر نتبع الاتى

١) نختار العناصر المطلوب تخصيص محاورها المحلية.

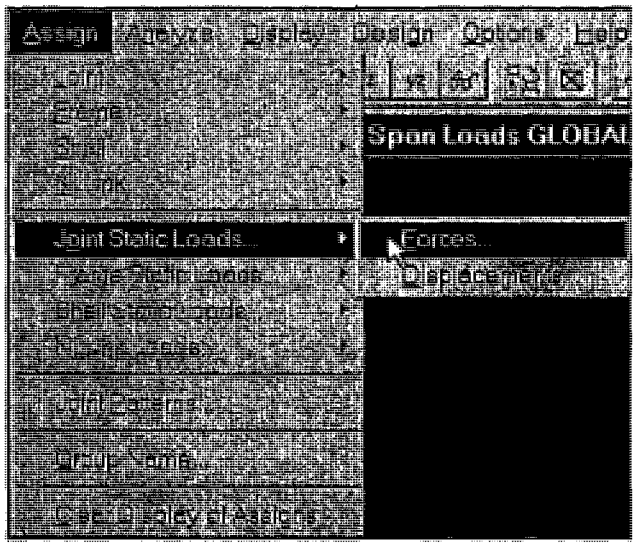
٢) ننفذ الأمر فيظهر مربع حوار **Shell Local Axis**.

٣) في مربع الحوار ندخل زاوية دوران المحور المحلى ٢ حول المحور المحلى ٣ العمودي على مستوى العنصر بالدرجات والاتجاه الموجب عكس عقارب الساعة عندما يكون محور ٣ يتجه إليك ولابد من المحافظة على علاقة قاعدة اليد اليمنى للمحاور .

- يمكن من الأوامر الفرعية لهذا الأمر تخصيص الأحمال الواقعة على العناصر القشرية والمواد والقطاعات للعناصر القشرية .

٤ - تخصيص الأحمال المؤثرة على النقاط Assign Joint Static Loads

يتم عن طريق هذا الأمر تخصيص القوى المؤثرة على النقاط والازاحات للنقاط ويحتوى على الأوامر الفرعية الآتية .



شكل (٩٠) قائمة

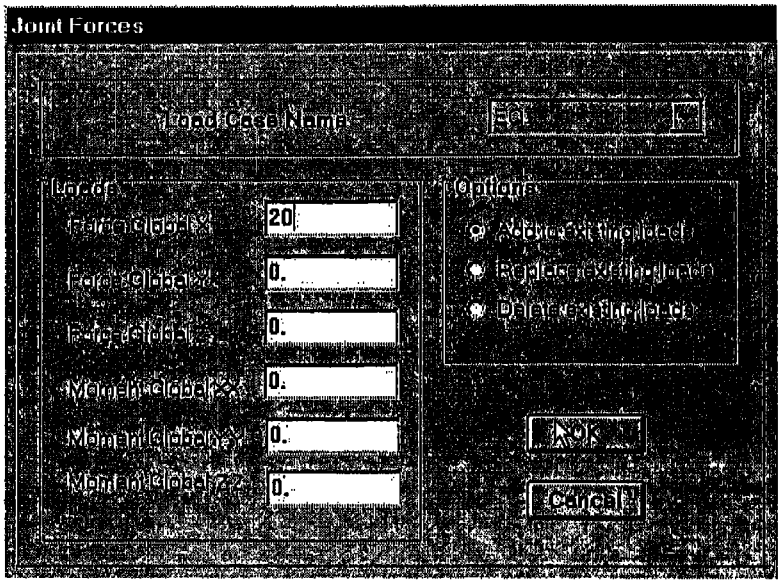
Forces ▫

يتم تخصيص القوى المؤثرة عند النقاط باتباع الاتى

١) نختار النقاط المطلوب تخصيص القوى المؤثرة عليها .

٢) ننفذ الأمر أو نضغط الأيقونـــة من شريط الأدوات الطافى

٣) يظهر مربع حوار كما بالشكل (٩١)



شكل (٩١)

٤) نختار حالة التحميل المطلوب إدخال الأحمال فيها من Load Case Name

٥) ندخل قيم القوى كما يلى .

- ***Force Global X***

القوة فى اتجاه محور X

- ***Force Global Y***

القوة فى اتجاه محور Y

- *Force Global Z*

القوة فى اتجاه محور Z

- *Moment Global XX*

العزوم المركزة حول المحور X

- *Moment Global YY*

العزوم المركزة حول المحور Y

- *Moment Global ZZ*

العزوم المركزة حول المحور Z

٦) من منطقة **Options**

- نختار **Add to existing loads** لإضافة الأحمال المدخلة للأحمال الموجودة فى نفس الحالة .
- نختار **Replace existing loads** لكي تحل الأحمال المدخلة محل الأحمال المخصصة سابقا لنفس حالة التحميل .
- نختار **Delete existing loads** لحذف الأحمال التي تم تخصيصها

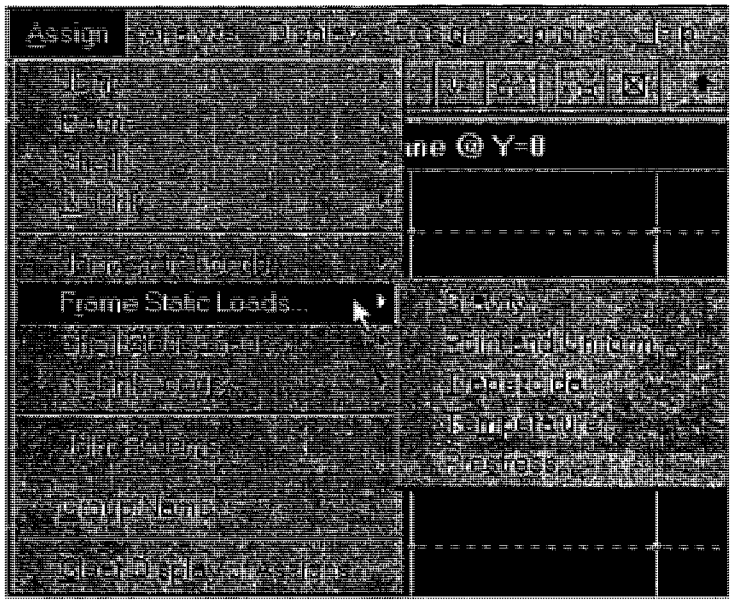
□ **Displacement**

يتم تحديد ازاحات النقاط التي ينتج عنها اجهادات داخلية حيث يتـــم اختيـــار النقاط ثم تنفيذ الأمر

٥ - تخصيص الأحمال الاستاتيكية المؤثرة على العناصر الاطارية

Assign → Frame Static Loads

يتم تخصيص الأحمال المؤثرة على العناصر الاطارية ويشمل الأوامر الفرعية كما بالشكل (٩٢) :



شكل (٩٢)

- **Gravity**

لتخصيص الأحمال الذاتية للعناصر واتجاهها حيث نختار حالـــة التحميـــل المطلوب إضافة الحمل الذاتي إليها ثم نحدد مضاعف الأحمال الذاتية .

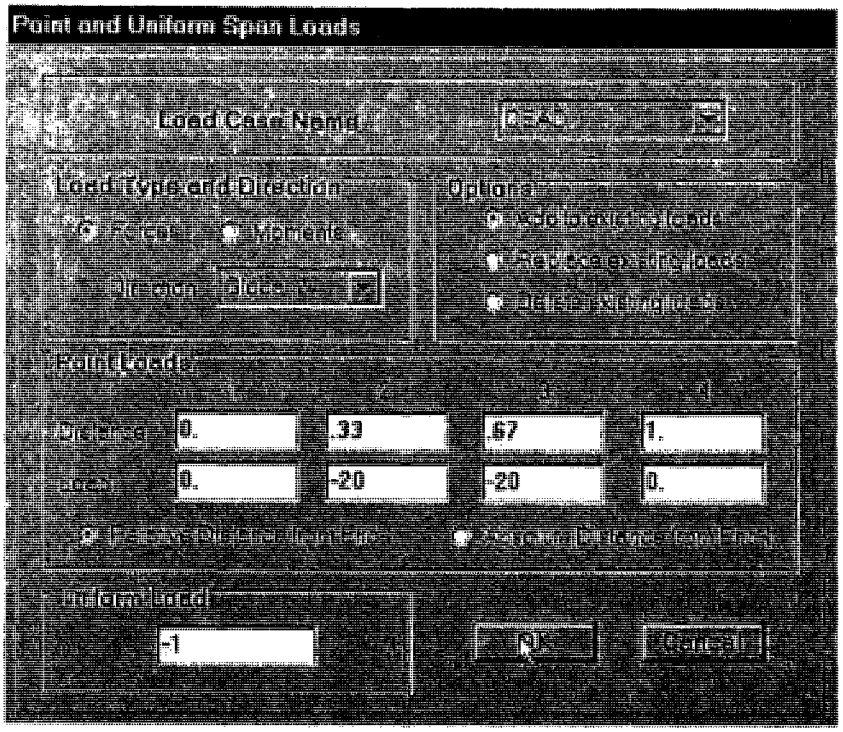
- **Point and Uniform**

لتخصيص أحمال مركزة وموزعة على العناصر الاطارية نتبع الاتى .

١) نختار العناصر المطلوب تخصيص القوى لها

٢) ننفذ الأمر أو نضغط الأيقونة من شريط الأدوات الطافي

٣) يظهر مربع حوار كما بالشكل (٩٣)



شكل (٩٣)

٤) ندخل فى مربع الحوار البيانات الآتية

- في منطقة Load Case Name يتم عرض أسماء حالات التحميل التي تم تعريفها من قبل فنختار منها حالة التحميل .

المطلوب تخصيص أحمال لها حيث تظهر حالات التحميل سابقة التعريف فقط .

- في صندوق Load Type and Direction نحدد الاختيارات الآتية
  - Forces لإضافة قوى
  - Moments لإضافة عزوم
  - Direction تحديد اتجاهات القوى المدخلة أو المحور الذى يدور حوله العزوم

- في صندوق الاختيارات Options توجد الاختيارات الآتية.

- Add to existing loads لإضافة الحمال المضافة إلى الأحمال الموجودة من قبل أو عند إضافة الأحمال للمرة الأولى على اعتبار أن القيمة الموجودة من قبل = صفر

- Replace existing loads لاستبدال الأحمال المضافة بالأحمال الموجودة على العنصر من قبل .

- Delete existing loads حذف الأحمال الموجودة من قبل .

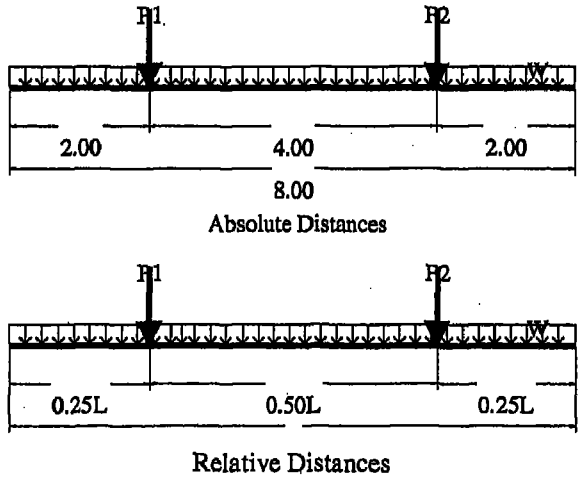
- في صندوق Point Loads

ندخل الأحمال المركزة على العنصر في حدود أربعة أحمال بحيث يتم تحديد مسافة كل حمل من بداية العنصر كبعد مطلق أو كنسبة من طول العنصر (افتراضي) ولوضع بعد مطلق نختار

Absolute Distance from End-I

ولوضع الأحمال كنسب من طول العنصر نختار

Relative Distance from End-I



شكل (٩٤)

ثم ندخل قيم الأحمال حسب الوحدات الحالية التى تم تحديدها

- في صندوق Element Loads

ندخل قيمة الحمل الموزع على كامل العنصر بالوحدات المعرفة مسبقا .

ثم نضغط OK

- **Trapezoidal**

نتبع نفس خطوات تخصيص الحمل المنتظم حيث يظهر مربع حوار مشـــابه لمربع الحوار الخاص بالحمل المنتظم .

- **Temperature**

لتحديد التغيرات فى درجات الحرارة حيث نختار العناصر ثم ننفذ الأمر وفى مربع الحوار الناتج نختار حالة التحميل التى يتم تعريف الأحمال فيها ثـــم نحـــدد التدرج الحرارى فى اتجاه المحاور ٢ و ٣ للعناصر

- **Prestress**

تحديد معاملات سبق الاجهاد للعناصر المختارة .

٦ - تخصيص الأحمال الاستاتيكية المؤثرة على العناصر القشرية

Assign → Shell Static Loads

يتم عن طريق هذا الأمر تخصيص الحمال الاستاتيكية المؤثرة علـــى العنـــاصر القشرية ومنها .

- **Gravity**

لتحديد الحمل الذاتى للعناصر التى يتم اختيارها

- **Uniform**

لتخصيص الأحمال الموزعة ومنتظمة بوحدة القوة علـــى وحـــدة المســـاحة وتحديد اتجاهها يتم اختيار العناصر ثم تنفيذ الأمر أو ضغط الأيقونـــة من شريط الأدوات الطافى

- **Pressure**

يتم عن طريق هذا الأمر تخصيص أحمال الضغوط على العناصر القشرية ضغوط السوائل .

ويتم ذلك كما يلى

١) نختار العناصر المطلوب تخصيص الضغوط عليها

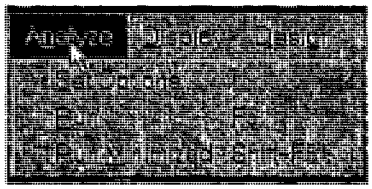
٢) ننفذ الأمر فيظهر مربع حوار Shell Pressure Loads

٣) من مربع الحوار ندخل البيانات التالية

- نختار حالة التحميل من بين الحالات التى تم تعريفها
- نحدد نوع الضغط إما ضغط على العناصر فندخـــل قيمتـــه أو ضغط على نقاط العناصر فندخل القيمة عند كل نقطة .

➢ قائمة التحليل الإنشائي Analyze Menu:

بعد إتمام إعداد الموديل الإنشائي للمنشأ وتحديد الأحمال وحـــالات القيـــود ونقاط الارتكاز وخلافه، يتم بدأ عملية التحليل الإنشائي للمنشأ وذلك للحصول علـى ردود الأفعال الداخلية والإزاحات والإجهادات الحادثة لعناصر المنشأ.



شكل (٩٥) قائمة Analyze

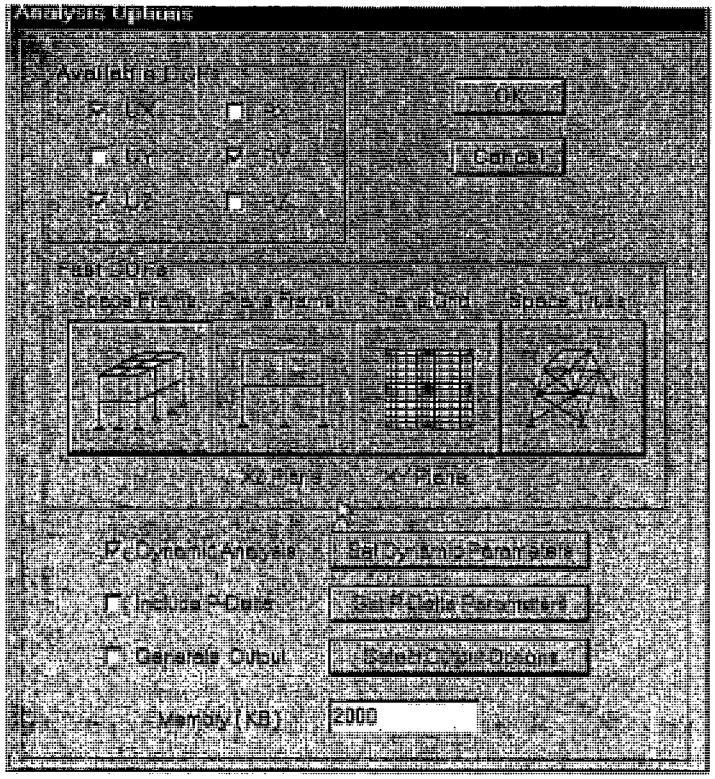
وقبل بدأ عملية التحليل يتم تحديد خيارات التحليل من خلال هـــذه القائمـــة ومن هذه الخيارات:

- تحديد درجات الحرية **Degrees of Freedom**
- متغيرات تحليل الموديل **Model Analysis Parameters**
- متغيرات التحليل بأخذ تأثير الإزاحات على القوى **P-Delta Analysis Parameters**
- نتائج التحليل المطلوب إظهارها في ملف المخرجات
- حجم الذاكرة **RAM** المطلوب إستخدامه.

ويتم ذلك كما يلى .

١) ننفذ الأمر Analyze → Options

٢) يظهر مربع حوار كما بالشكل (٩٦)



شكل (٩٦)

٣) في شكل (٩٦) ندخل البيانات كما يلي

- في منطقة **Available DOF's** يتم تحديد درجات الحرية المتاح استخدامها في المنشأ حيث درجات الحرية الغير مسموح بها لا يتم اختيارها أي تكون مقيدة فبالتالي لا يتكون لها معادلات أثناء الحل مما يوفر وقت وحجم الحل.
- في منطقة **Fast DOF's** يمكن تحديد درجات الحرية المتاحة بطريقة أسرع حيث نختار شكل المنشأ من الأشكال الجاهزة.
- لتحديد خواص التحليل الديناميكي نختار **Dynamic Analysis** ثم نضغط **Set Dynamic Parameters** لتحديد هذه الخصائص.

• لتحديد تأثير الازاحات على القوى الداخلية نختار **Include P-Delta** ثم نضغط على **P-Delta Parameters** حيث يظهر مربع حوار كما بالشكل (٨٩) .

بعد الانتهاء من تحديد الخيارات نبدا عملية الحل بتنفيذ الأمر

Analyze → Run

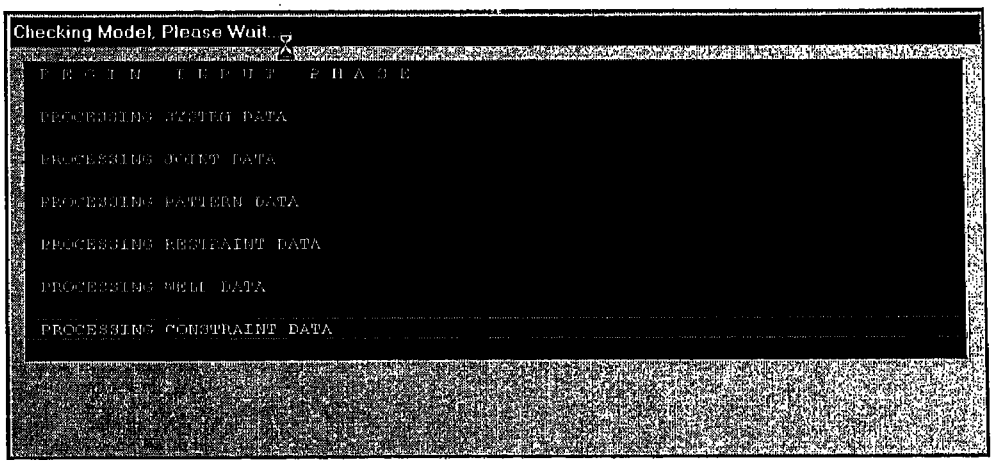
أو نضغط الأيقونة من شريط الأدوات الرئيسي .

حيث يبدأ البرنامج في التحليل وتظهر نافذة عرض خطوات الحل كما بالشكل (٩٧)

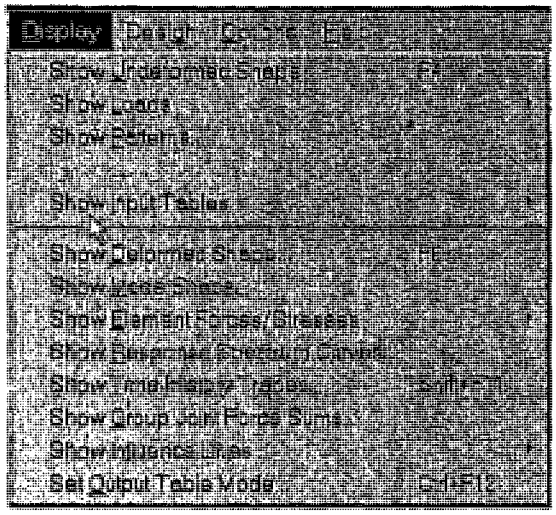
عند بدأ عملية التحليل يقوم البرنامج بحفظ ملف المنشأ في صيغة قاعدة بيانات ساب٢٠٠٠ ثم يبدأ مراجعة الملف ثم التحليل، وخلال ذلك تظهر على الشاشة رسائل تفيد بتطور عمليات التحليل حتى اكتمالها تماما وظهور رسالة اكتمال التحليل.

أثناء عملية التحليل لا يمكن تنفيذ أيا من إمكانيات البرنامج الأخرى، ولكن بالطبع يمكن تشغيل أيا من برامج النوافذ الأخرى، وفي حالة تحليل منشأ كبير نوعا يمكن اختيار **RUN Minimized** ، وتشغيل برنامج آخر في نفس الوقت.

شكل (٩٧) شاشة مراحل تحليل المنشأ



➢ قائمة العرض Display Menu:



شكل (٩٨) قائمة العرض Display

تستخدم قائمة العرض لاستعراض شكل المنشأ ونتائج التحليل البيانية أو المجدولة وكذلك لطباعة أيا من هذه المخرجات، ومن خلال هذه القائمة يمكن التعامل مع جميع خيارات عرض وطباعة المخرجات.

وكما سبق الحديث يمكن استعراض عدة إشكال للمنشأ من زوايا نظر مختلفة وطباعتها جميعا، وكذلك يمكن طباعة نتائج التحليل بيانيا بما في ذلك شكل الانحناءات للمنشأ والقوى الداخلية للعناصر ورسم كنتوري للإجهادات أو العزوم للعناصر القشرية، كما يمكن عمل رسوم بيانية متحركة لأشكال الانحناءات **Deformed Shape Animation** .

أما النتائج المجدولة فيمكن الحصول على نتائج التحليل لكل عنصر أو نقطة على حده من خلال نافذة خاصة وذلك مع كل نقرة بالزر الأيمن للماوس لعنصر أو نقطة، ونافذة النتائج التي تظهر على الشاشة يمكن طباعتها بسهولة.

أما طباعة المدخلات أو النتائج لكامل عناصر أو نقاط المنشأ أو مجموعة اختيارية منها فيتم من خلال قائمة الملفات File Menu ، وفي حال عدم إختيار عناصر أو نقاط محددة يتم الطباعة لكافة عناصر ونقاط المنشأ.

وتشمل قائمة Display الأوامر الآتية .

- **Show Undeformed Shape**

لعرض العناصر بدون تشكلات نفذ الأمر أو نضغط الأيقونة من شريط الأدوات الطافي .

- **Show Loads**

يستخدم هذا الأمر فى عرض القوى المؤثرة على العناصر بالرسم حيث نحدد حالة التحميل المطلوب عرضها ويمكن عرض قيم الأحمال

- **Show Input Tables**

يتم عرض المدخلات فى صورة جدول

- **Show Deformed Shape**

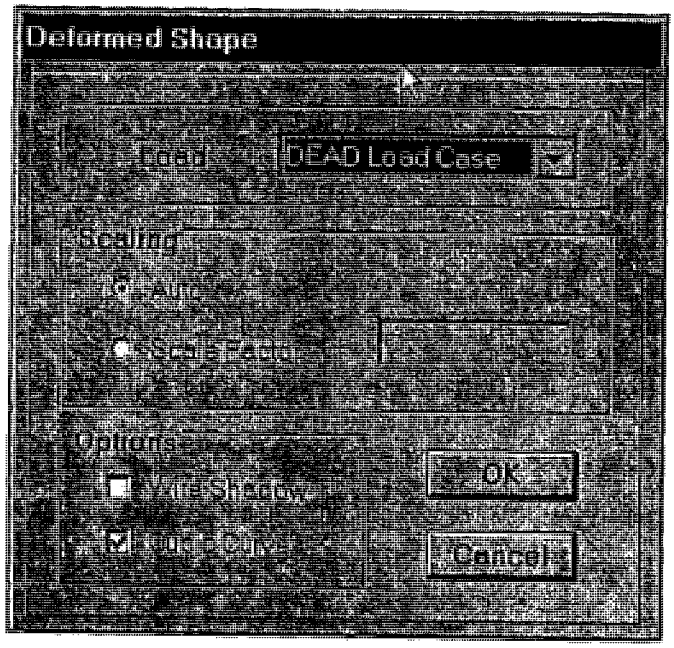
لعرض تشكلات المنشأ تحت تأثير حالات التحميل المختلفة ويتم ذلك باتباع الخطوات التالية

١) ننفذ الأمر أو نضغط الأيقونة من شريط الأدوات الطافى

٢) يظهر مربع حوار كما بالشكل (٩٩)

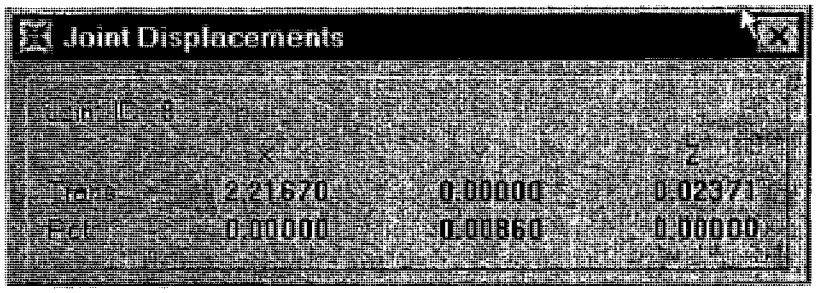
٣) فى شكل (٩٩) ندخل البيانات التالية:

- أمام **Load** يتم تحديد حالة التحميل التى يتم عرض تشكلاتها
- فى منطقة **Scale** نحدد مقياس الرسم حيث يتم التحكم فى شكل الرسم.
- في منطقة **Options** نختار **Wire Shadow** لكى تظهر عناصر المنشأ والتشكلات معا ونختار **Cubic Curve** ليظهر التشكلات كمنحنيات تامة.



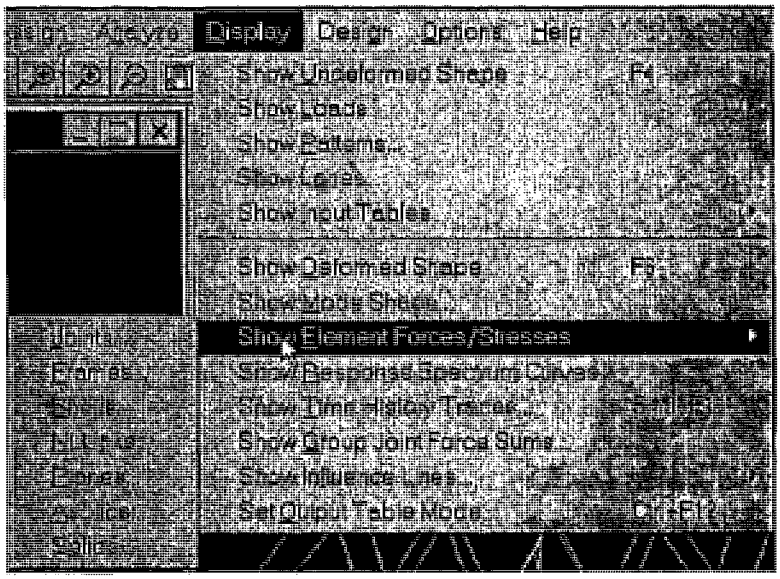
شكل (٩٩)

٤) بعد الانتهاء من بيانات مربع الحوار السابق تظهر تشكلات المنشأ فى نافذة العرض النشطة ولعرض تفاصيل نقطة معينة نضغط عليها بزر الماوس الأيمن فتظهر نافذة بيانات كما بالشكل (١٠٠)



شكل (١٠٠)

- **Show Element Force/Stresses**



شكل (١٠١)

يتم عن طريق هذا الأمر عرض القوى الداخلية للعناصر والنقاط ومن أوامره الفرعية

Frames –

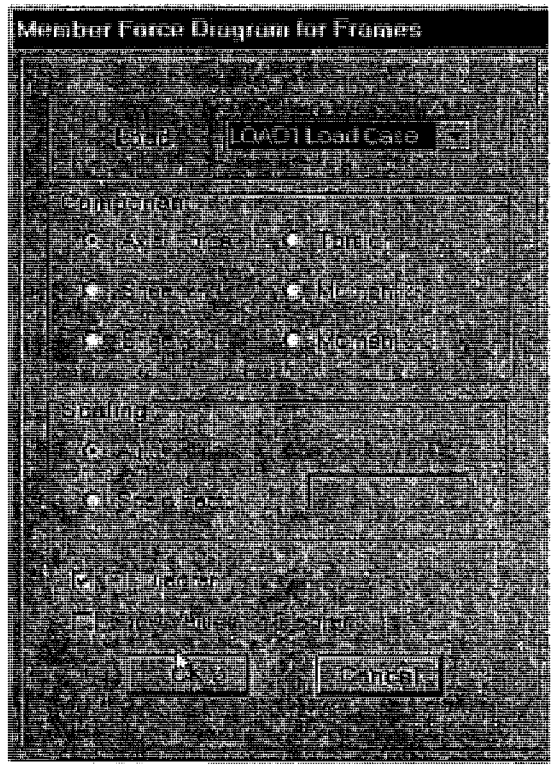
لعرض القوى الداخلية والاجهادات للعناصر الاطارية حيث نتبع الآتي:

١) ننفذ الأمر أو نضغط الأيقونة من شريط الأدوات الطافى

٢) يظهر مربع حوار كما بالشكل (١٠٢)

٣) ندخل بيانات مربع الحوار كما يلى :

- أمام **Load** نحدد حالة التحميل المطلوب عرض القوى الناتجة عنها.
- فى منطقة **Components** نختار القوى المطلوب عرضها.
- فى منطقة **Scale** نحدد مقياس رسم الأشكال.
- نختار **Fill Diagram** لعرض الرسم مظلل.
- نختار **Show Values on Diagram** لكتابة القيم على الرسم.

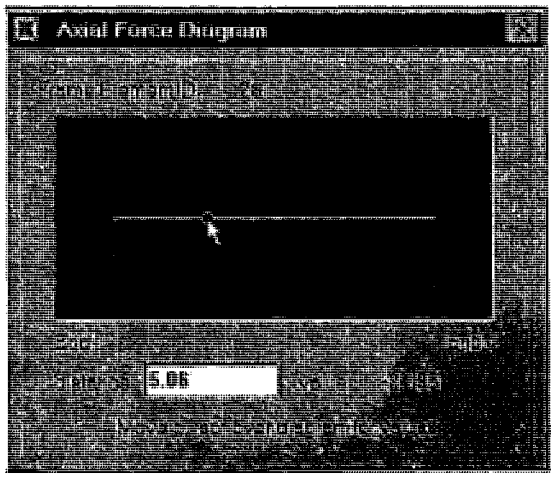


شكل (١٠٢)

٤) بعد الانتهاء من البيانات وضغط

يتم عرض القوى على

العناصر ولعرض قيم تفصيلية لعنصر نضغط عليه بزر الماوس الأيمن فيتم عرض العنصر كما بالشكل (١٠٣) وكلما حركنا الماوس على نقطة تظهر بياناتها على نافذة البيانات



شكل (١٠٣)

- Shells

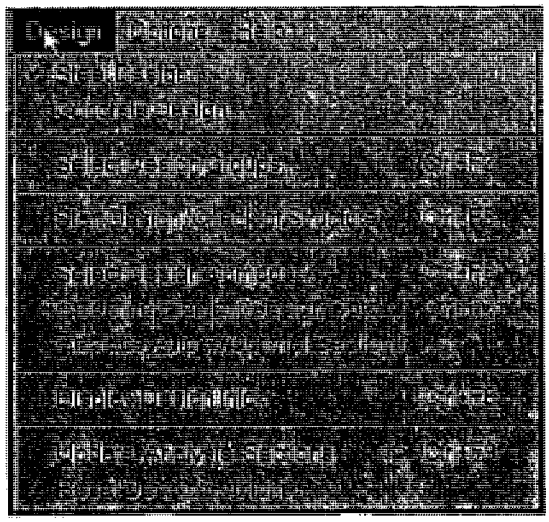
لعرض القوى والاجهادات للعناصر القشرية حيث يتم عرضها بشكل خرائط كنتورية ويمكن تنفيذ الأمر بضغط الأيقونة من شريط الأدوات الطافى .

- Joints

يتم عرض ردود الأفعال للنقاط ويمكن تنفيذ الأمر بضغط الأيقونة من شريط الأدوات الطافى .

➢ قائمة التصميم Design Menu:

تستخدم قائمة التصميم شكل (١٠٤) لتصميم القطاعات المعدنية أو الخرسانية حسب متطلبات أكواد التصميم العالمية المختلفة، ولا يتم التصميم إلا بعد انتهاء تحليل المنشأ.



شكل (١٠٤) قائمة Design

يتم من خلال هذه القائمة التحكم فى عملية التصميم ومنها يتم تحديد نوع التصميم سواء كان تصميم منشأ معدني (Steel Design) أو تصميم منشأ خرساني (Concrete Design) .

- بالنسبة للمنشآت المعدنية يتم إختيار القطاعات الأقل وزنا من مجموعة القطاعات التي تم تحديدها مسبقا للبرنامج بمعرفة المستخدم وإعادة تحليل المنشأ مرة أخرى طبقا للقطاعات التي تم اختيارها ثم مراجعة التصميم مرة أخرى.
- أما بالنسبة للقطاعات الخرسانية للعناصر الإطارية فيتم تحديد مساحة حديد التسليح الطولي والتسليح الخاص بالقص أوتوماتيكيا طبقا لتوصيات الكود المستخدم، و ليس من الضروري إعادة التحليل مرة أخرى.

- بعد انتهاء التحليل يقوم البرنامج بإغلاق الملف أوتوماتيكيا لحمايته من أية تعديلات، ويمكن للمستخدم إغلاق الملف بنفسه لمنع أية تعديلات قد تتم بمعرفة الغير، أو إلغاء هذا الإغلاق لمتابعة العمل أو إجراء تعديلات، ويتم تشغيل هذه الخاصية من شريط الأدوات الرئيسي.

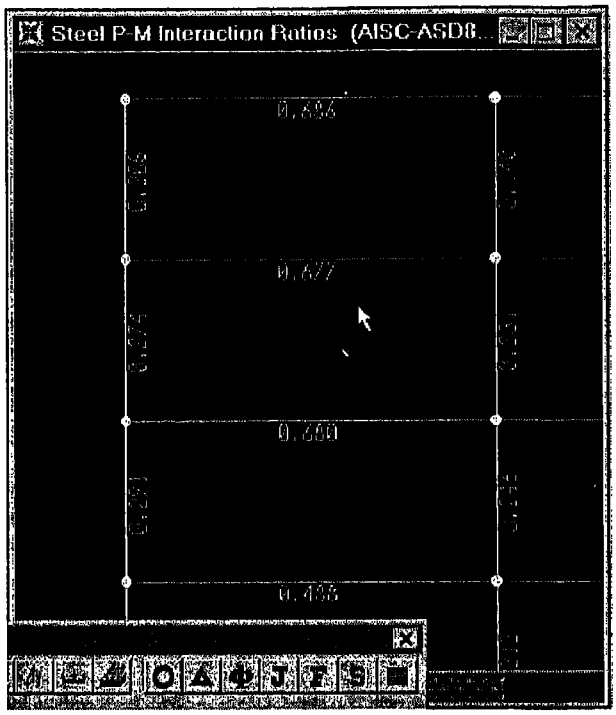
- عند الرغبة في إلغاء هذا الغلق يرسل البرنامج رسالة تحذير لأنه سيقوم بمسح نتائج التحليل، عند عدم الرغبة في ذلك يمكن حفظ الملف بإسم آخر ومن ثم إلغاء الغلق للملف بالاسم الجديد وإجراء ما يلزم من تعديلات على الملف الجديد.

ومن أوامر هذه القائمة

- **Start Design/Check of Structure**

عند تنفيذ هذا الأمر يتم يتم عمل اختبار للاجهادات الواقعة على العناصر التى يتم اختيارها أو جميع العناصر فى حالة عدم اختيار أي عناصر.

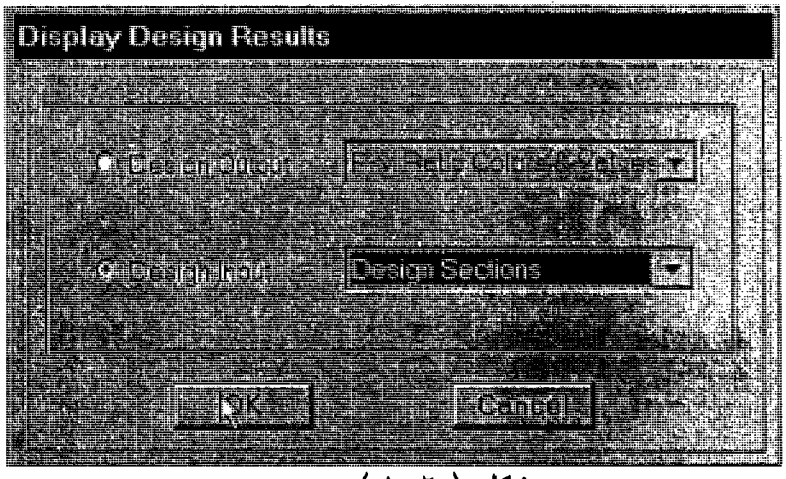
ويتم ذلك بناء عن القطاعات التي تم تخصيصها لهذه العناصر ويظهر على العناصر نسبة الاجهاد (النسبة بين الاجهاد الحقيقى على القطاع والاجهاد الأقصى الذى يتحمله هذا القطاع ولذلك حتى يصبح القطاع آمن لا بد أن تكون هذه النسبة اقل من واحد كما بالشكل (١٠٥).



شكل (١٠٥) نسب الاجهادات

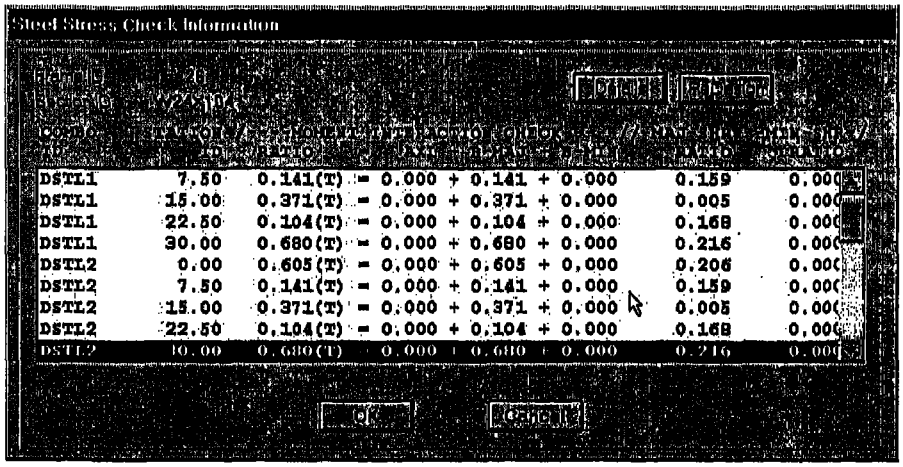
- **Display Design Info**

للتحكم فى عرض بيانات التصميم على الرسم ننفذ الأمر فيظهر مربع الحوار كما بالشكل (١٠٦)



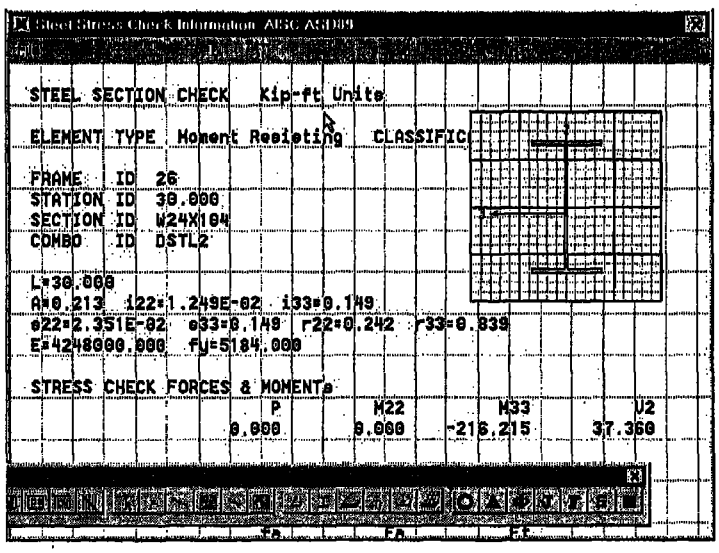
شكل (١٠٦)

فى مربع الحوار شكل (١٠٦) ندخل البيانات المطلوب عرضها وعندما نرغب فى عرض بيانات تفصيلية عن عنصر معين نضغط عليه بزر الماوس الأيمن فيتم عرض البيانات كما بالشكل (١٠٧)



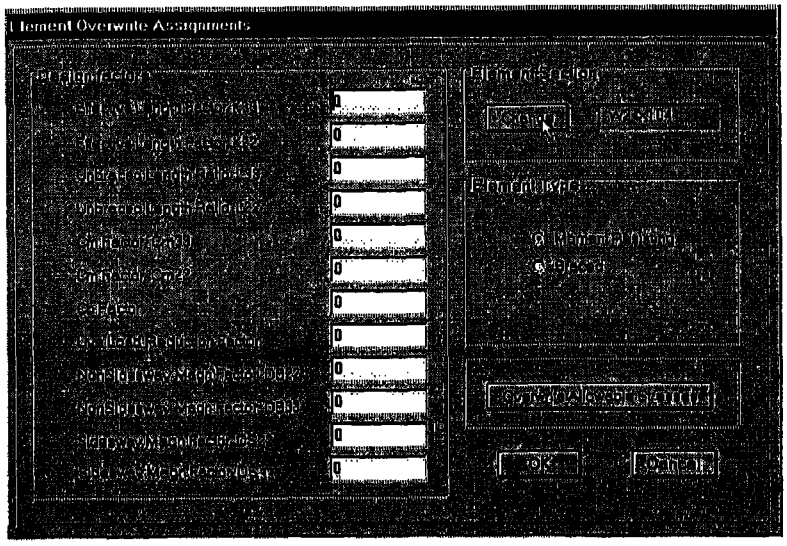
شكل (١٠٧) بيانات تصميمية لعنصر

حيث يتم عرض البيانات على كامل الطول عند قطاعات مختلفة ولعرض بيانات تفصيلية لقطاع نختار هذا القطاع ثم نضغط Details فيبدو كما بالشكل (١٠٨).



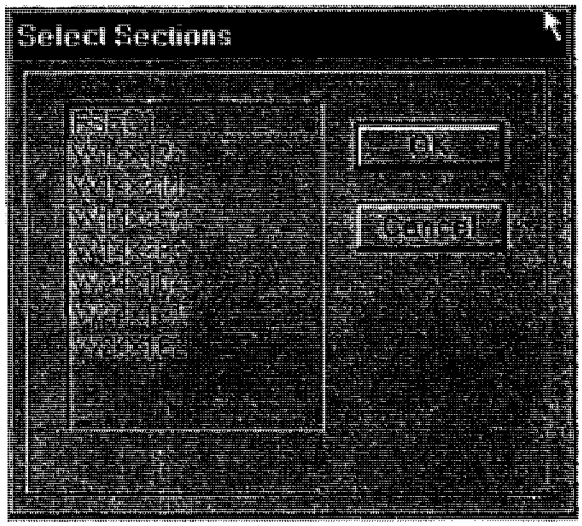
شكل (١٠٨)

وعند الرغبة فى إعادة تصميم قطاع نضغط **ReDesign** فيظهر مربع حـــوار كما بالشكل (١٠٩).



شكل (١٠٩)

ومن شكل (١٠٩) يتم تخصيص قطاع جديد بالضغط علـــى Change فيتـــم عرض مربع حوار به القطاعات المعرفة-شكل (١١٠) فنختار القطاع الجديد

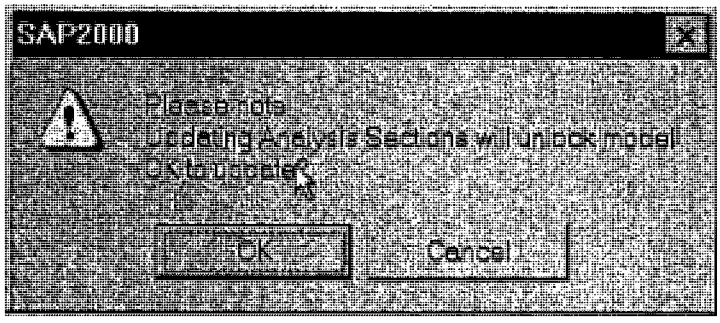


شكل (١١٠)

بعد اختيار قطاعات تصميمية جديدة لا بد من إعادة تصميم العناصر باستخدام الأمر (Update Analyses Sections) من قائمة Design

- **Update Analyses Sections**

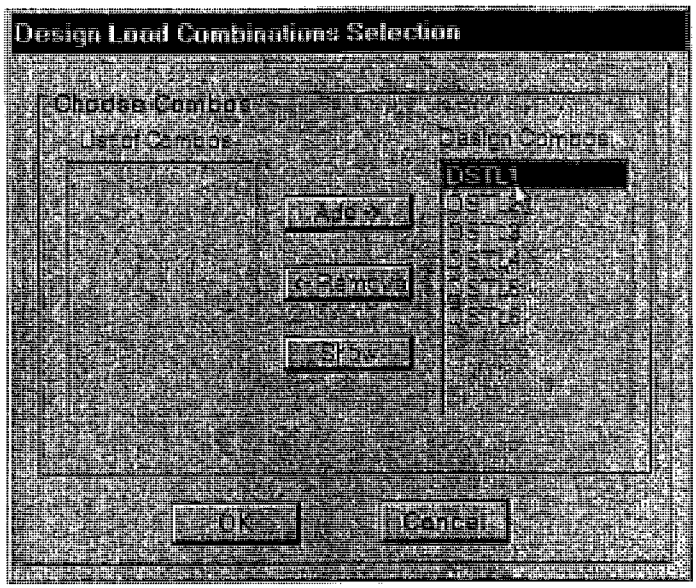
يتم تنفيذ هذا الأمر لإعادة حساب التصميم للعناصر بعد إجراء أي تعديل على البيانات التصميمية للعناصر وعند تنفيذه يتم رفع الحماية (Lock) عن الملف ويعطى الرسالة التحذيرية التالية:



شكل (١١١)

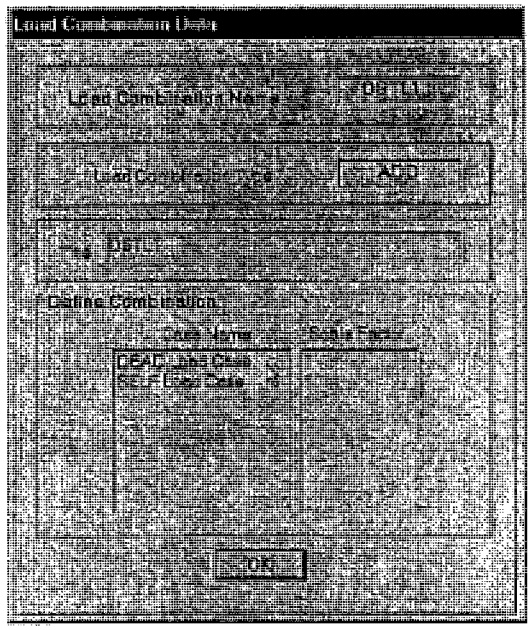
- **Select Design Combos**

يتم اختيار حالات التحميل المجمعة التى يتم التصميم على أساسها حيث يظهر مربع الحوار كما بالشكل (١١٢).



شكل (١١٢)

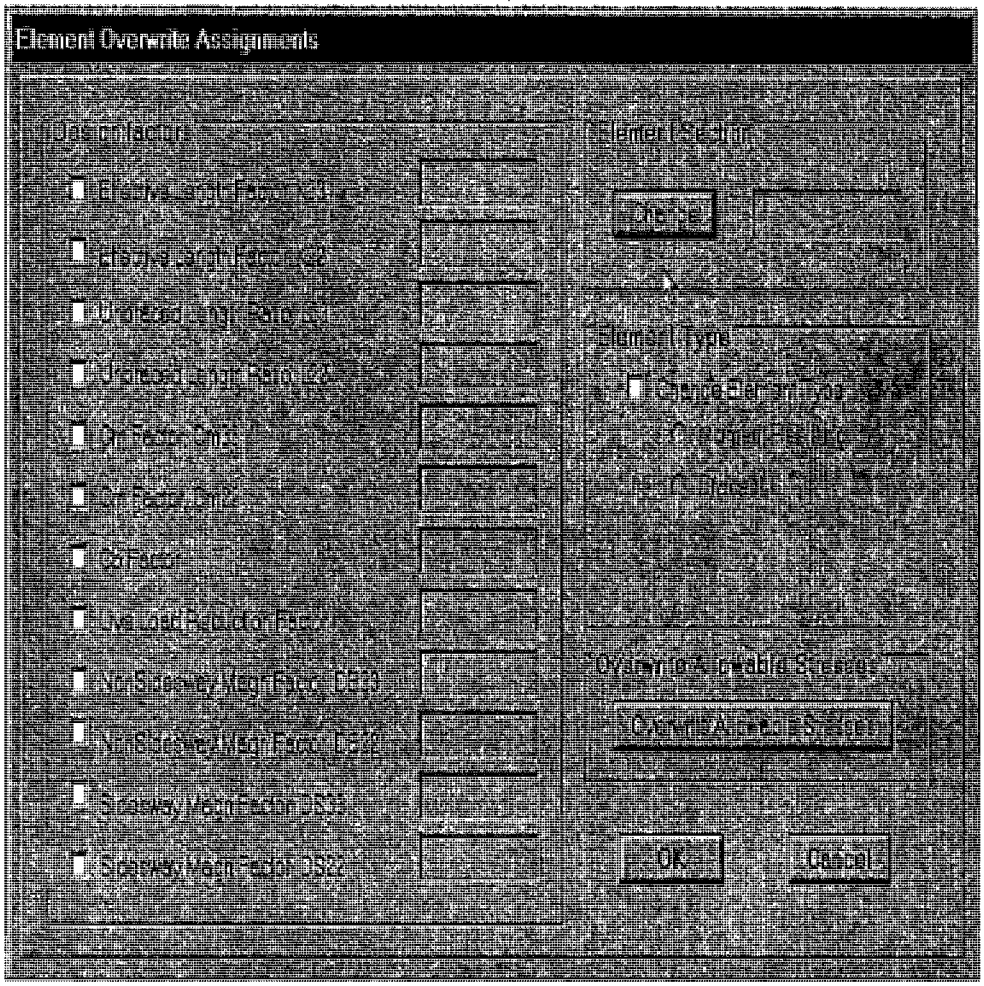
يتم عرض حالات التحميل المتاحة فى المنشأ ولعرض تفصيل لحـــالات التحميـل المجمعة نضغط **Show** فيظهر بيانات الحالة كما بالشكل (١١٣) .



شكل (١١٣)

ReDefine Element Design Data

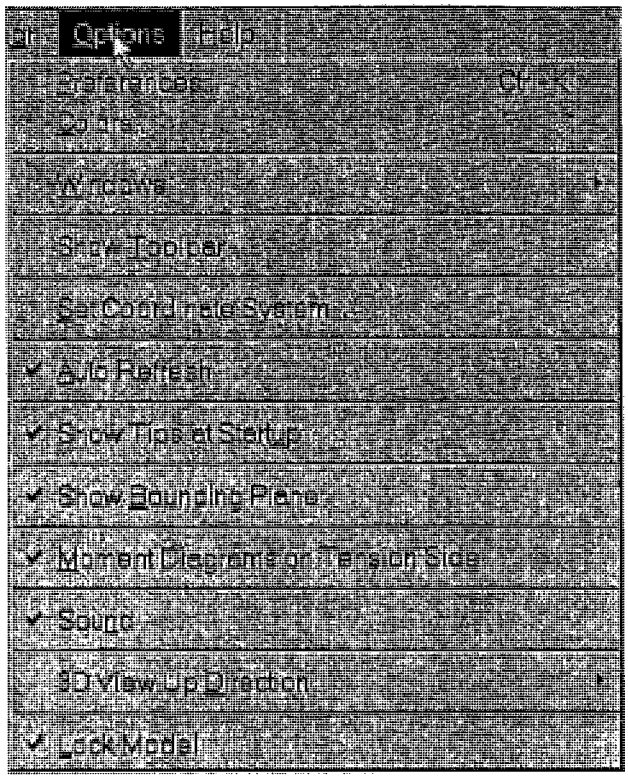
لاعادة تعريف بيانات التصميم لعنصر يتم تنفيذ الأمر حيث يظهر مربع الحوار كما بالشكل (١١٤) .



شكل (١١٤)

Options Menu

تستخدم قائمة Options فى التحكم فى متغيرات البرنامج وعرض الرسومات وشرائط الأدوات ومعاملات التصميم .

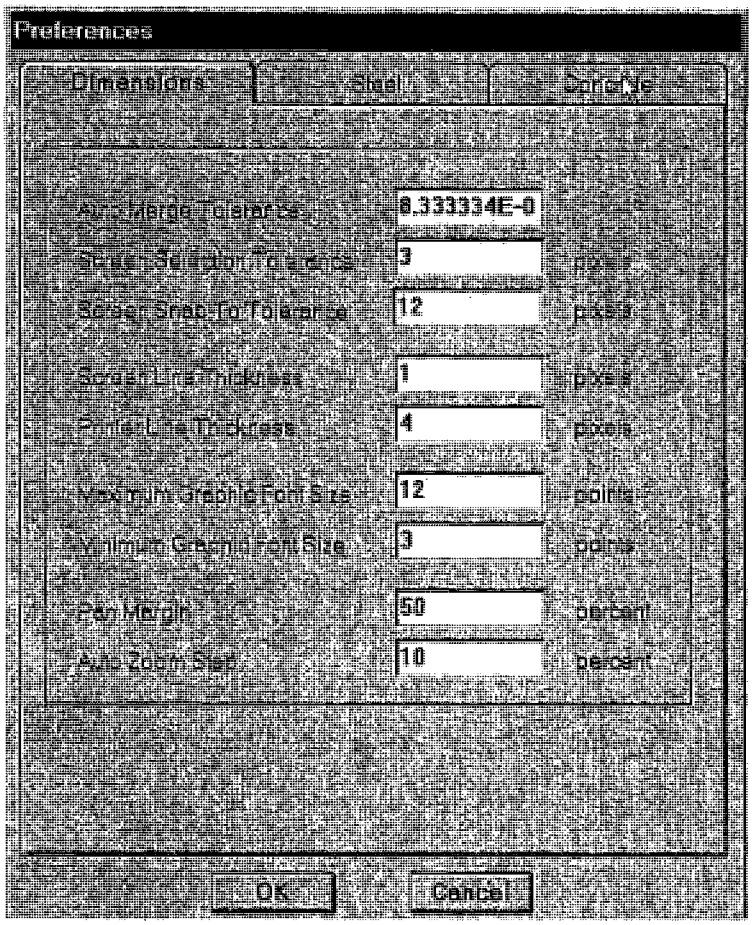


شكل (١١٥) قائمة الخيارات Options

وتشمل هذه القائمة الأوامر الآتية .

Preferences

يتم عن طريق هذا الأمر التحكم فى متغيرات الرسم ومعاملات التصميم الخرسانى والمعدنى وعند تنفيذ الأمر يظهر مربع حوار يحتوى ثلاثة نوافذ كما بالشكل (١١٦) .



شكل (١١٦)

والنوافذ الثلاثة هى :

1 - Dimensions

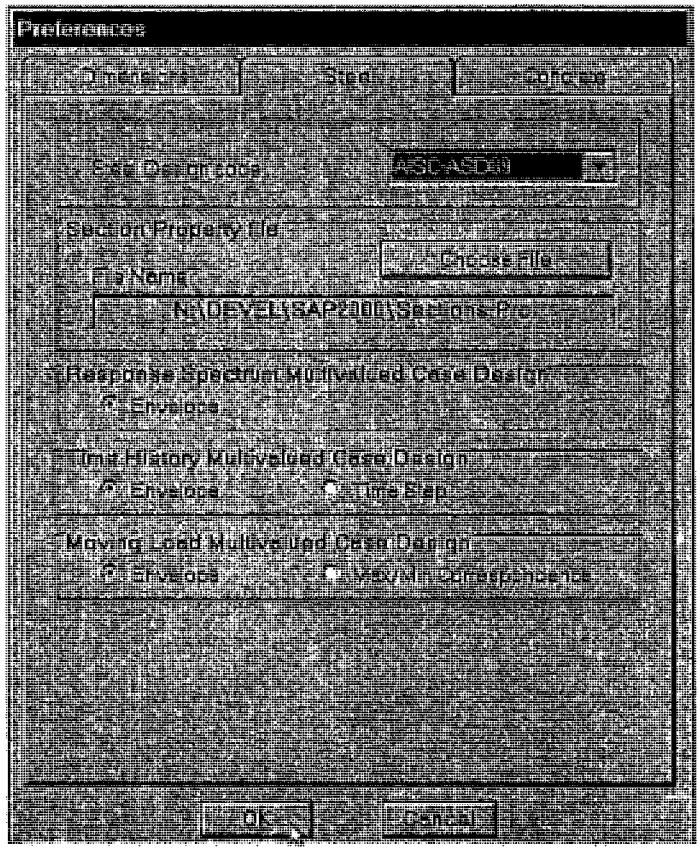
ويتم عن طريق هذه النافذة التحكم فى:

- سمك الخطوط على الشاشة **Screen Line Thickness**
- سمك الخطوط على الطابعة **Printer Line Thickness**
- المسافة المسموح بها قبل عمل دمج ذاتى للعناصر **Auto Merge Tolerance**
- مسافة الاختيار للعناصر **Screen Selection Tolerance**

- أقصى حجم للفونت Maximum Graphic Font Size
- اقل حجم للفونت Minimum Graphic Font Size
- مقدار نسبة التكبير والتصغير عند الضغط على أو

2 - Steel

عند الضغط على عنوان النافذة Steel يتم عرض متغيرات تصميم المنشأت المعدنية كما بالشكل (١١٧) .

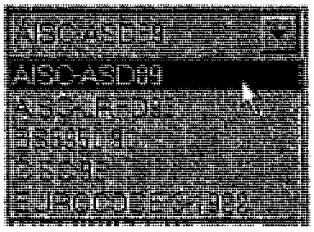


شكل (١١٧) نافذة Steel

من خلال هذه النافذة يمكن التحكم فى .

- كود التصميم Steel Design Code

حيث عند ضغط القائمة المنسدلة أمام **Steel Design Code** تظهر اكواد التصميم المتاحة كما بالشكل (١١٨) .



شكل (١١٨) اكواد التصميم

- تغيير ملف بيانات القطاعات **Section Property File** بالضغط على Choose File

3 - Concrete

بالضغط على عنوان النافذة **Concrete** تظهر نافذة للتحكم فى معاملات تصميم المنشأت الخرسانية يمكن منها تحديد كود التصميم ومعاملات تقليل الاجهادات Strength Reduction Factors .

- **Colors**

يتم عن طريق هذا الأمر التحكم فى ألوان العرض على الشاشة والطابعة

- **Show Toolbar**

يتم عرض أو إخفاء شريط الأدوات عن طريق هذا الأمر ولتعديل أي شريط أدوات على الشاشة نضغط عليه بالماوس **Double Click** بين أيقونتين أو على يمين الأيقونة الأخيرة حيث يظهر مربع حوار يمكن منه إضافة أو حذف الأيقونات وترتيبها ثم إغلاقه .

- **Set Coordinate System**

للتحكم فى وضع المحاور العامة مع المحافظة على تبعية المحاور لقاعدة اليد اليمنى.

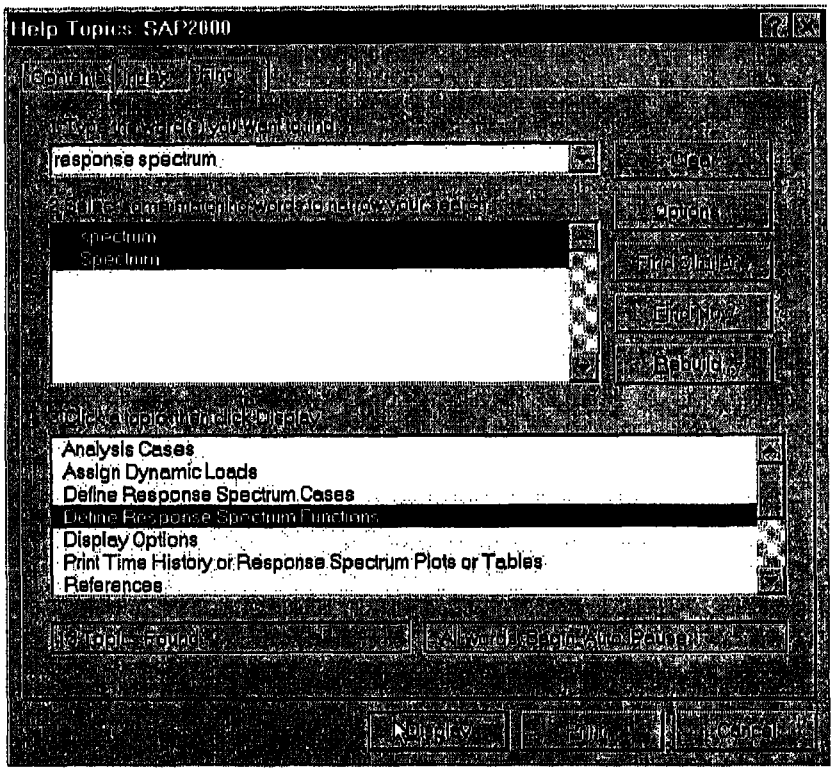
HELP MENU

من هذه القائمة يتم الحصول على المساعدة الخاصة بالبرنامج بتنفيذ الأمر

Help → Search for Help on

أو بضغط مفتاح F1 فتظهر شاشة المساعدة كما بالشكل (١٢٠)

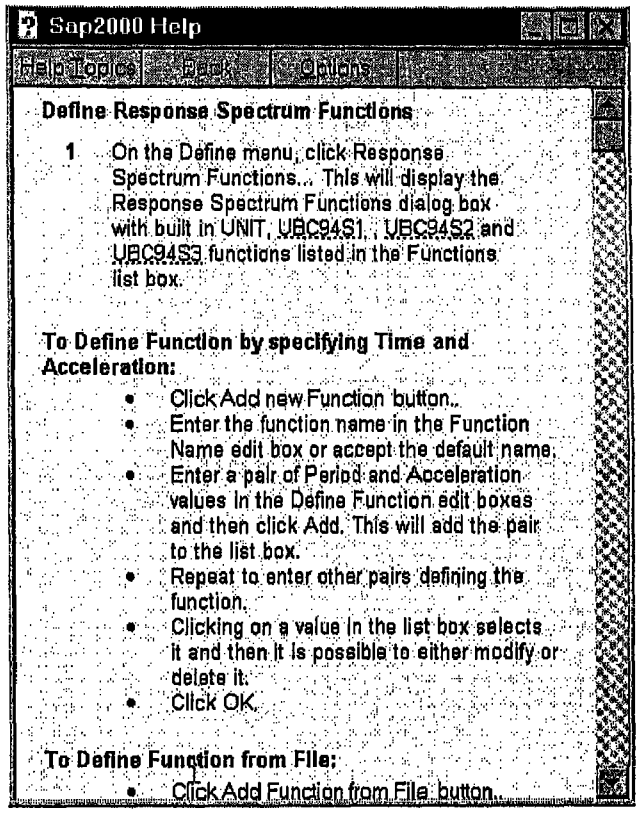
شكل (١١٩) قائمة Help



شكل (١٢٠) شاشة المساعدة

وعند الرغبة فى عرض مساعدة عن أمر معين نختاره ثم نضغط Display

فتظهر البيانات التفصيلية كما بالشكل (١٢١) .



شكل (١٢١)

ولعرض بيانات عن برنامج ساب ٢٠٠٠ ننفذ الأمر

Help → About SAP2000

٨ - شريط الأدوات الرئيسي Main Tool Bar:

يوفر شريط الأدوات الرئيسي مدخلا سريعا الى أكثر العمليات شيوعا واستخداما في البرنامج، وخاصة عمليات استعراض شكل المنشأ، وفيما يلي بيان هذه الأيقونات ووظيفة كل منها:

	New	لإنشاء ملف جديد
	Open	لفتح ملف موجود مسبقا
	Save	لحفظ الملف الحالي
	Undo	التراجع عن الخطوة الأخيرة فى التنفيذ
	Redo	إعادة الخطوة التي سبق إلغاؤها بأمر Undo
	Refresh	إعادة رسم الأشكال وتنشيط الوضع الحالي لشاشات الرسم وفائدة هذه الخاصية تظهر بعد عمليات مسح وقص ولصق الرسومات حيث يتم إعادة الرسم للأشكال الموجودة حاليا.
	Lock and Unlock	لحماية بيانات الملف من التغيير أو إلغاء هذه الحماية ويتم عمل هذه الحماية ذاتيا بعد عملية حل المنشأ وتصميمه ولابد من إلغاء الحماية لعمل أي تعديل وإلغاء هذه الحماية يؤدى إلى فقد ملفات المخرجات السابقة.

Run بداية العمليات الحسابية للمنشأ بعد انتهاء مرحلة إدخال البيانات.

Zoom Window تكبير جزء من شاشة الرسم عن طريق عمل نافذة بالماوس حول المنطقة المطلوب ملئ الشاشة بها .

Zoom All تكبير الرسم لأقصى مساحة متاحة داخل النافذة حيث نتمكن من رؤية جميع عناصر المنشأ داخل النافذة .

Zoom Previous إعادة آخر شكل معروض على شاشة الرسم.

Zoom In للتكبير

Zoom Out للتصغير

Pan لتحريك الشاشة في أي اتجاه مع المحافظة على نسب التكبير.

3-D view لتحديد نقطة الرؤية ثلاثية الأبعاد لنافذة العرض.

2-D xy Plan تحديد مستوى الرؤية في المستوى x, y.

2-D xz Plan تحديد مستوى الرؤية في المستوى x, z.

2-D yz plan تحديد مستوى الرؤية في المستوى y, z.

Perspective View رؤية الشكل كمنظور.

Shrink Elements عرض شكل الأجزاء المكونة للمنشأ منكمشة عن أبعادها الأصلية، ويفيد ذلك عند الرغبة في مشاهدة الأجزاء المكونة للمنشأ منفصلة لدراسة العلاقة بينهما.

Set Elements للتحكم فى البيانات المعروضة على المنشأ.

Up One Gridline لتغيير مستوى النظر للمستوى اللاحق.

Down One Gridline لتغيير مستوى النظر للمستوى السابق

الأيقونتين يتم من خلالهما التنقل بين مستويات النظر التالية .

٩ شريط الأدوات الطافي Floating Toolbar:

هذا الشريط يمكن ترحيله من مكان لآخر داخل شاشة عرض المنشأ حسب الحاجة، ولذلك سمي طافيا Floating ، ويوفر طريقا مباشرا لبعض العمليات الشائعة الاستخدام لتغيير وتعديل الموديل، ويحتوي هذا الشريط على الأيقونات الآتية:

Pointer فى حالة تنشيطه يمكننا من اختيار العناصر منفـــردة بالضغط عليها أو اختيار مجموعة بعمل نافذة حولها.

Select All اختيار جميع عناصر المنشأ المرسومة.

Previous Selection تطبيق الاختيار السابق .

Clear Selection إلغاء جميع الاختيارات .

Intersected Selection اختيار العناصر التى تتقاطع مع الخط المتكون بين نقطتى الماوس.

Reshape Element تؤدى إلى اختيار وتحريك العنصر مـــن نقطـــة واحدة فإذا كانت هذه النقطة منتصف العنصر يتـم تحريك العنصر بكامله وإذا كانت إحدى نهايتيـــه يتم تحريك نهايته فقط.

Add Special Joint إدخال نقطة مفردة لم يتم تعريفها مع المنشأ فانه عند اختيار شكل هندسى سابق الإعداد (إمكانية جديـــدة مع Sap2000) قد يكون هناك نقاط أخـــرى فـــى المنشأ غير محققة بالمنشأ سابق الإعداد ولإمكانيـــة إلحاق هذه النقطة بالمنشأ نستخدم هذه الأيقونة .

Draw Frame Element رسم عنصر إطاري عن طريق تحديد نهايتيه (تحديد نقطتين بالماوس).

Draw Shell Element رسم عنصر قشرى عن طريق تحديد أركانه بالماوس.

Quick Draw Frame Element رسم عنصر إطاري بين نقطتين بالضغط على أي نقطة بينهما حيث يظهر مؤشر الماوس بالشكل ⇑

 Quick Draw Shell Element رسم عنصر قشرى بين ثلاث أو أكثر نقاط بالضغط على أي نقطة بينهم حيث يظهر مؤشر الماوس بالشكل ⇑

 Assign Joint Restraints تحديد قيود النقاط.

 Frame Section تخصيص مواصفات قطاع عناصر إطارية.

 Shell Element تخصيص مواصفات قطاع عناصر إطارية.

 Assign Joint Loads تخصيص القوى المركزة عند نقاط المنشأ.

 Assign Frame Span Loads تخصيص القوى المؤثرة على بحر العنصر الاطارى .

 Assign Shell Loads تخصيص القوى المؤثرة على العناصر القشرية.

Show Undeformed Shape عرض المنشأ فى حالته الأصلية قبل حدوث التشكلات .

Display Static Deformed Shape عرض التشكلات الناتجة عن القوى الاستاتيكية .

Display Mode Shapes لعرض التشـــكلات الناتجـة عـن التحليل الديناميكي.

Display Element Force / Stress Diagram
عرض القوى الداخلية والاجهادات على العناصر الاطارية.

Set Output Table عرض مخرجات النقط والعناصر على فى جدول.

 Joint Forces عرض ردود الأفعال عند النقاط.

Display Shell Element Force / Stress Diagram
عرض القوى الداخلية والاجهادات على العناصر القشرية

الفصل الرابع

الأمثلة

المثال الأول

2 D Multi Story Frame

EXAMPLE 1: 2D-Multi Story Frame

يتم فيما يلي استعراض تفصيلي لكيفية استخدام البرنامج في توصيف وتحليل وتصميم منشأ إطاري:

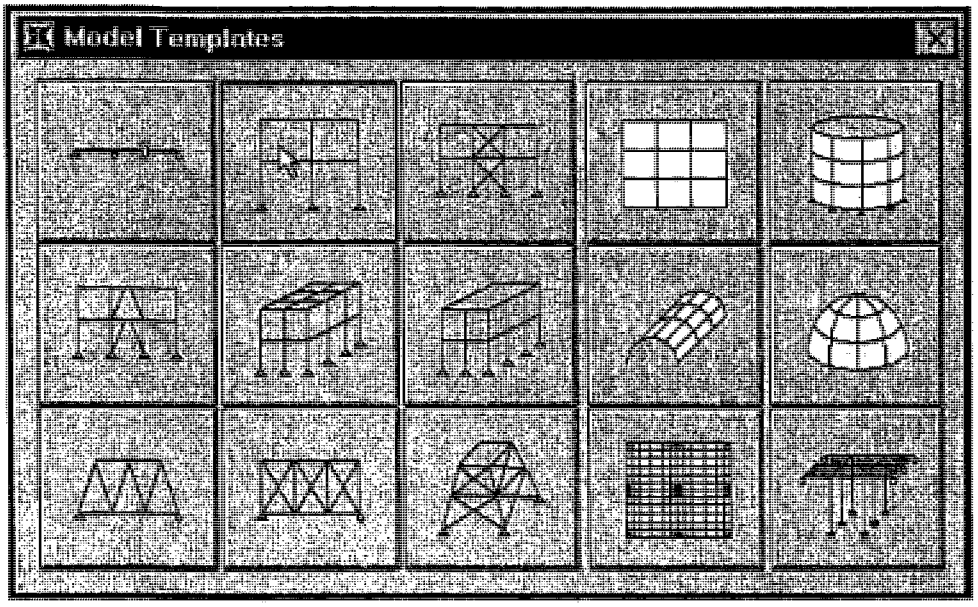
- بداية يجب تحديد الوحدات المرغوب استخدامها في إدخال بيانات المسافات والأحمال وكذلك خواص المواد وكافة البيانات التي يحتاجها البرنامج، وتكون هذه الوحدات هي نفسها الوحدات المستخدمة في عرض نتائج التحليل والتصميم للمنشأ، ويتم اختيار الوحدات من قائمة الوحدات :

- بعد تحديد الوحدات يتم فتح مشروع جديد وذلك باختيار موديل جديد من خلال الأمر New Model from Template من قائمة ملف File:

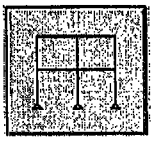
File → New Model from Template

- بمجرد إختيار هذا الأمر تظهر نافذة تحتوي على قوالب (موديلات) جاهزة لمعظم المنشآت الهندسية المعروفة، يتم إختيار إحداها للعمل من خلاله مع توافر إمكانيات واسعة ومرونة عالية للتعديل والإضافة والحذف حتى يتم الوصول للمنشأ المطلوب.

- ونافذة القوالب الجاهزة تكون بالشكل التالي - شكل (١٢٢)

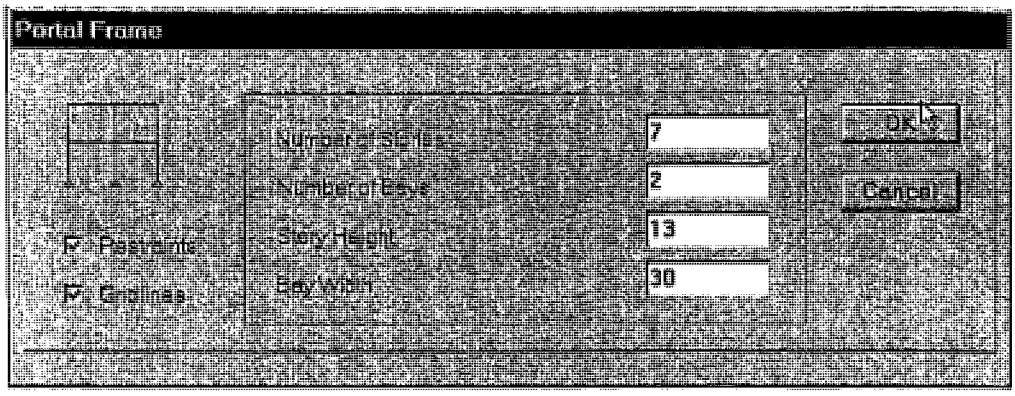


شكل (١٢٢) Template



- يتم اختيار قالب منشأ إطاري
متعدد الطوابق Multi Stories Frame

وبمجرد اختيار القالب يظهر مربع محادثة - شكل (١٢٣) لإدخال البيانات الأساسية للمنشأ المطلوب وتشمل عدد الباكيات وعرض الباكية وعدد الأدوار وارتفاع الدور وإظهار القيود RESTARINTS كى يتم إظهار نقط الركائز ، وإظهار شبكة الخطوط المساعدة Grid Lines للمعاونة في الرسم وتسهيل تحديد الأبعاد بدقة ويتم إدخال القيم المطلوبة والمسافات تحسب الوحدات الحالية المستخدمة.



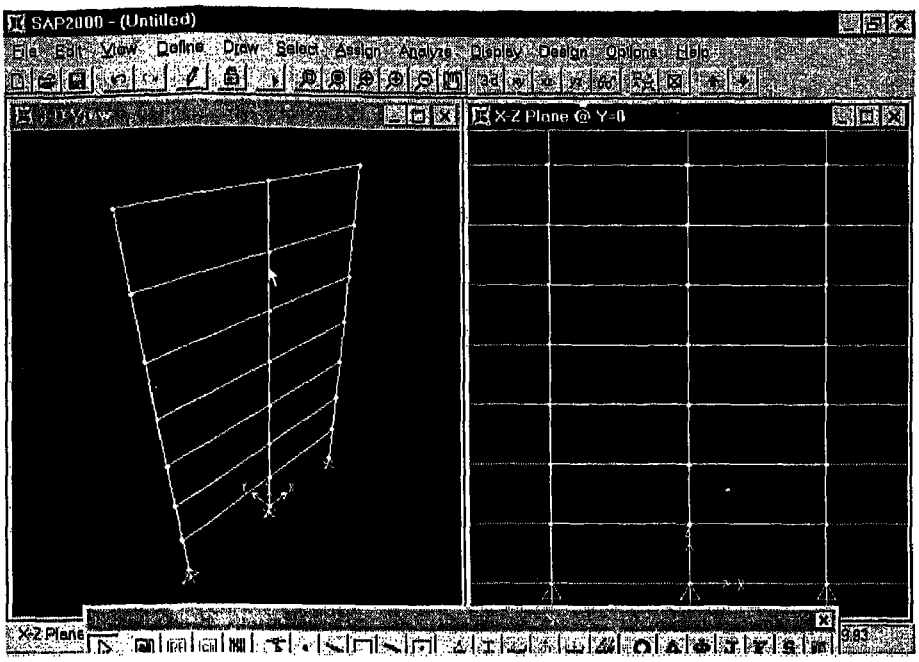
شكل (١٢٣) إدخال بيانات المنشأ

حيث :

Number of Stories	عدد أدوار المنشأ
Number of Bays	عدد باكيات المنشأ
Story Height	ارتفاع كل دور
Bay Width	عرض كل باكية

- يتم إدخال القيم المطلوبة فيتم عرض المنشأ في مستوى واحد (2D X-Z Plane @ Y=0) في نافذة الشاشة اليمنى وفراغيا (3D View) في نافذة الشاشة اليسرى، وهذا هو وضع العرض الافتراضي للبرنامج ما لم يتم تغييره.

- ويظهر الشكل العام للمنشأ كما بالشكل (١٢٤) وتظهر عناصر المنشأ كما تظهر حالات القيود Restraints لنقط الارتكاز وشبكة الخطوط المساعدة حيث أنه قد تم اختيار ظهورهما من مربع الحوار السابق:

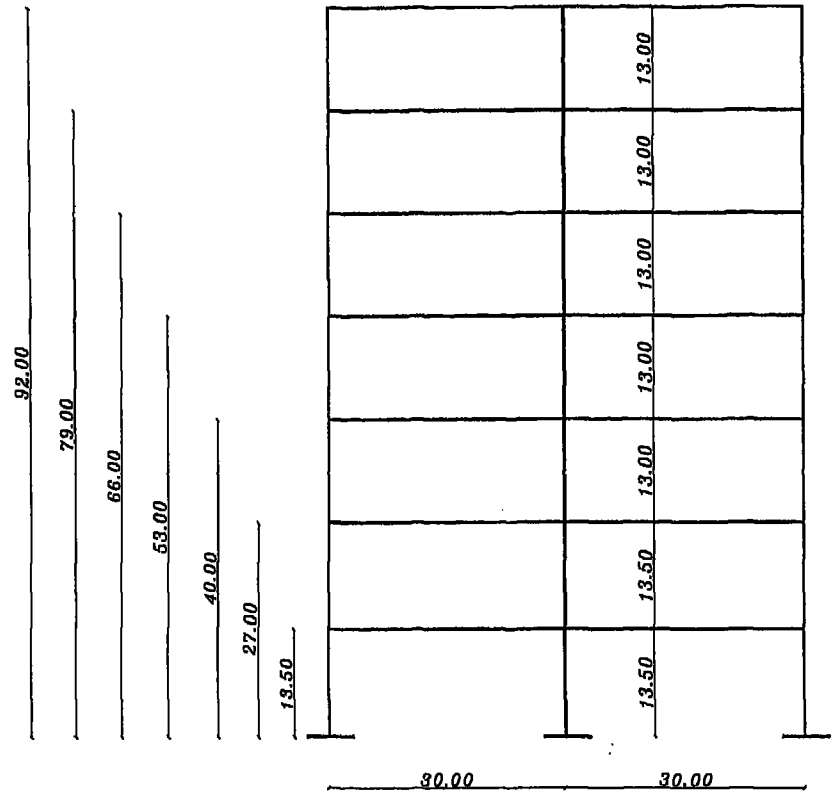


شكل (١٢٤) عناصر المنشأ

➢ **تعديل أبعاد المنشأ :**

حتى هذه المرحلة تم الحصول على شكل المنشأ المطلوب ولكن بارتفاعات أدوار متساوية وأبعاد باكيات متساوية أيضا، ولكن عادة ما نحتاج إلى تعديل هذه الأبعاد لمطابقة المنشأ المراد تصميمه منشأ المراد حله .

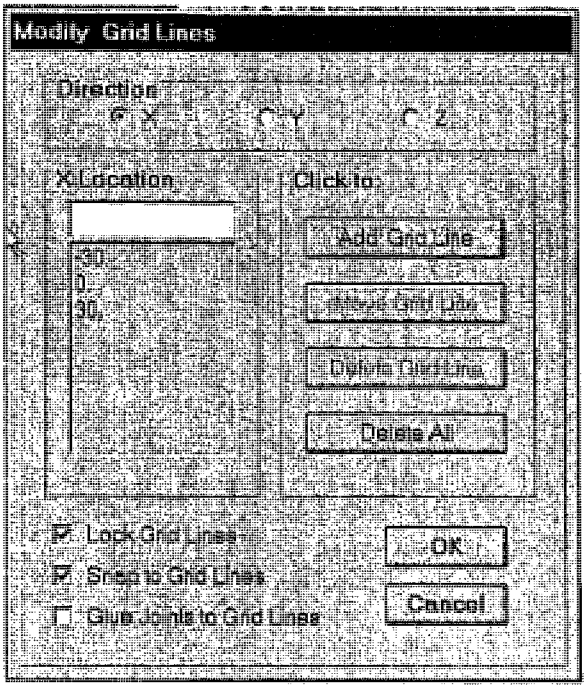
والمطلوب الآن تحويل المنشأ الحالي بأبعاده المنتظمة إلى الأبعاد الموضحة بالشكل رقم (١٢٥) ويتم ذلك بنقل النقاط إلى وضعها الجديد عن طريق تحريك خطوط الشبكة مع لصق النقاط بها كما يلي:



شكل (١٢٥) الأبعاد المطلوبة للمنشأ

- من قائمة الرسم Draw يتم تعديل شبكة الخطوط المساعدة بالأمر Edit Grid

- يظهر مربع حوار - شكل (١٢٦) لتعديل أبعاد الشبكة في اتجاهات المحاور العامة الثلاثة X,Y,Z وحيث أن المسافات بين الأعمدة كما هي ٣٠ قدم وخطوط الشبكة في اتجاه المحور X تتطابق مع الأعمدة فلا حاجة لإجراء أي تعديل في خطوط الشبكة في هذا الاتجاه، فتظل كما هي، ويتم الانتقال إلى الاتجاهات الأخرى.



شكل (١٢٦) تعديل خطوط شبكة الرسم المساعدة

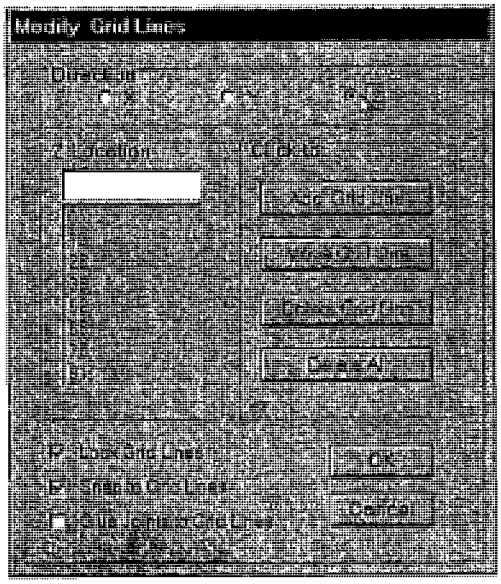
- بالانتقال إلى اتجاه المحور العام Z باختياره من منطقة Direction يظهر مربع الحوار شكل (١٢٧) حيث تظهر إحداثيات خطوط شبكة الرسم متطابقة مع ارتفاعات الأدوار المحددة مسبقا، ولتعديلها لتتطابق مع ارتفاعات المنشأ المطلوب يتم ما يلي:

١. يتم أولا ربط نقاط المنشأ بشبكة الرسم لتتحرك معها وذلك من خلال الاختيار

من مربع الحوار.

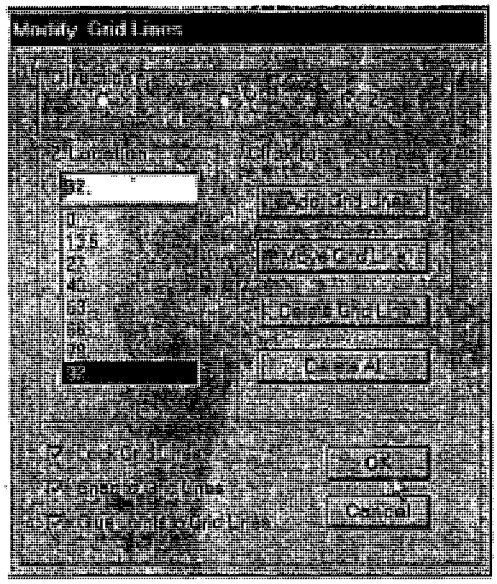
٢. لتعديل ارتفاع الدور الأول من ١٣ إلى ١٣,٥ يتم إختيار القيمة ١٣ ثم تعديلها إلى ١٣,٥ ثم نقر المربع

٣. بنفس الطريقة يتم تعديل ارتفاعات باقي الأدوار- شكل (١٢٨).



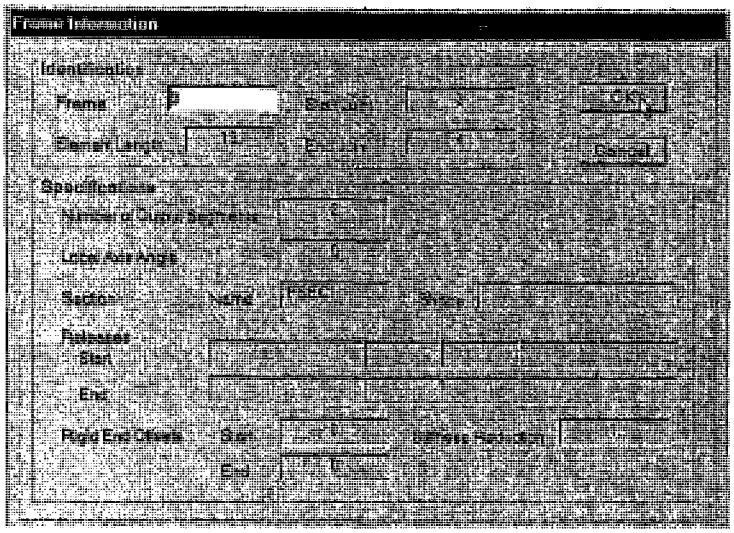
شكل (١٢٧) شبكة خطوط الرسم في اتجاه المحور Z

باختيـــــار OK يتم تعديل الشكل لشبكة خطوط الرسم والعناصر أيضا حسب القيم الجديدة .



شكل (١٢٨) شبكة خطوط الرسم المساعدة بعد التعديل

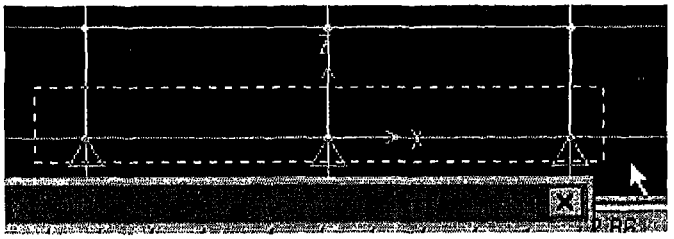
وبعد استعراض شكل المنشأ يمكن معرفة معلومات تفصيلية عن أي عنصر فيه بمجرد النقر عليه بالماوس، فيتم عرض بيانات عن رقم العنصر ورقم نقطة البداية ورقم نقطة النهاية وطول العنصر، وذلك من خلال مربع بيانات كما بالشكل رقم (١٢٩).



شكل (١٢٩) خصائص عنصر إطاري

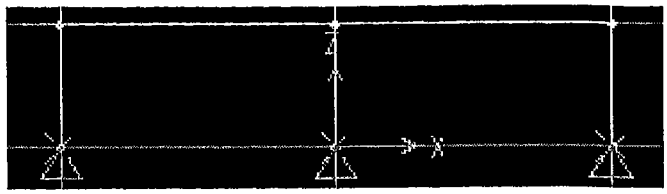
➢ تحديد قيود النقاط Restraints:

يتم من خلال عملية تحديد القيود تحديد نوعية نقاط الارتكاز للمنشأ إضافة إلى توفير وقت التحليل من خلال تقييد الاتجاهات المعلوم مسبقا عدو وجود حركة بإتجاهها، ولكي يتم تحديد نقاط الإرتكاز الثابتة Fixed Suppports لهذا المنشأ يجب إختيارها أولا بعمل نافذة إختيار حولها وذلك بالضغط على ثم عمل نافذة الاختيار باستخدام الماوس كما بالشكل (١٣٠) .



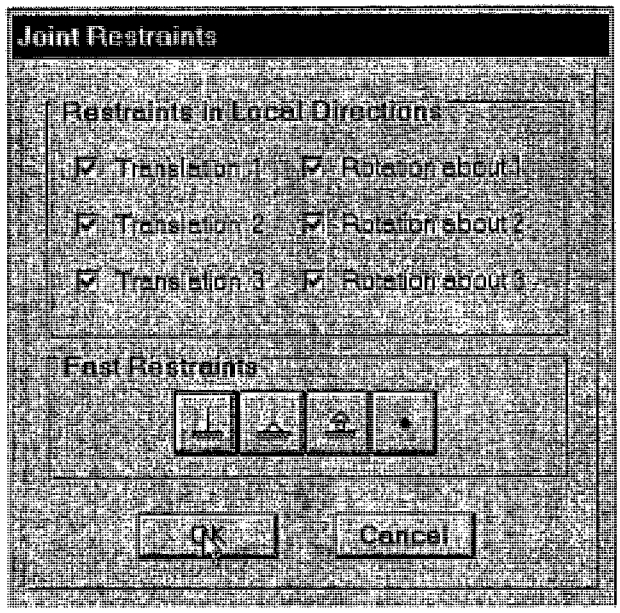
شكل (١٣٠)

تبدو النقاط المختارة وعليها علامة x للتمييز عن باقي النقاط - شكل (١٣١) .



شكل (١٣١) النقط المختارة

لتحديد القيود للنقط المختارة نضغط على الأيقونة في شريط الأدوات الطافي Floating Tool Bar حيث يظهر مربع حوار لتحديد القيود المطلوبة - شكل (١٣٢) حيث تظهر أنواع من نقاط الإرتكاز للاختيار السريع أو يتم إختيار القيود الستة كل على حده.



شكل (١٣٢) تحديد قيود نقاط الارتكاز

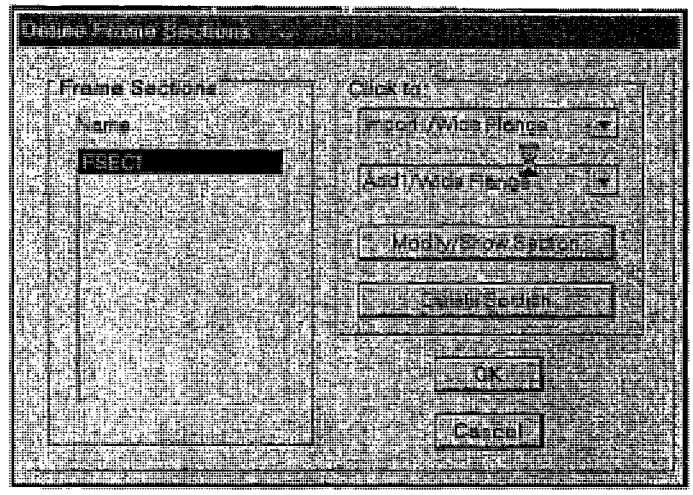
➢ **تحديد قطاعات العناصر الإطارية:**

قبل بدأ التحليل الإنشائي للمنشأ يجب تخصيص قطاعات افتراضية لعناصر المنشأ يتم على أساسها حساب خواص القطاعات والإجهادات المتوقعة، وكذلك تحديد الأحمال الواقعة على المنشأ، ولتحديد قطاعات العناصر يجب بداية إختيار مجموعة من القطاعات وتحديدها لتخصيص المناسب منها فيما بعد لعناصر المنشأ.

وتعريف القطاعات يمكن أن يتم ببساطة باستدعائها من إحدى قواعد البيانات الملحقة بالبرنامج والسابق الحديث عنها، ويتم ذلك من خلال الأمر Frame Section من قائمة التعريف Define.

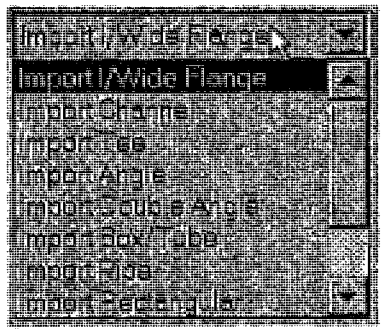
Define → Frame Section

فيتم ظهور مربع حوار-شكل (١٣٣) يتم من خلاله يتم إدراج القطاعات المطلوبة كما يلي:

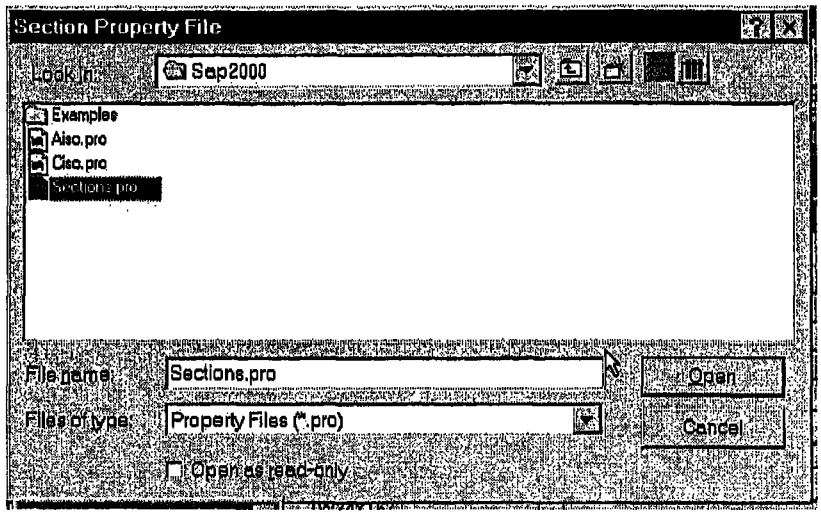


شكل (١٣٣)

- يتم النقر على قائمة الإدراج Import واختيار نوع القطاع المطلوب من أنواع القطاعات التي تظهر على الشاشة، ويتم إختيار القطاع Wide Flange شكل (١٣٤) وبعد اختيار نوع القطاع يسأل البرنامج عن ملف قاعدة البيانات المستخدم فيتم اختيار الملف Sections.pro - شكل (١٣٥) .

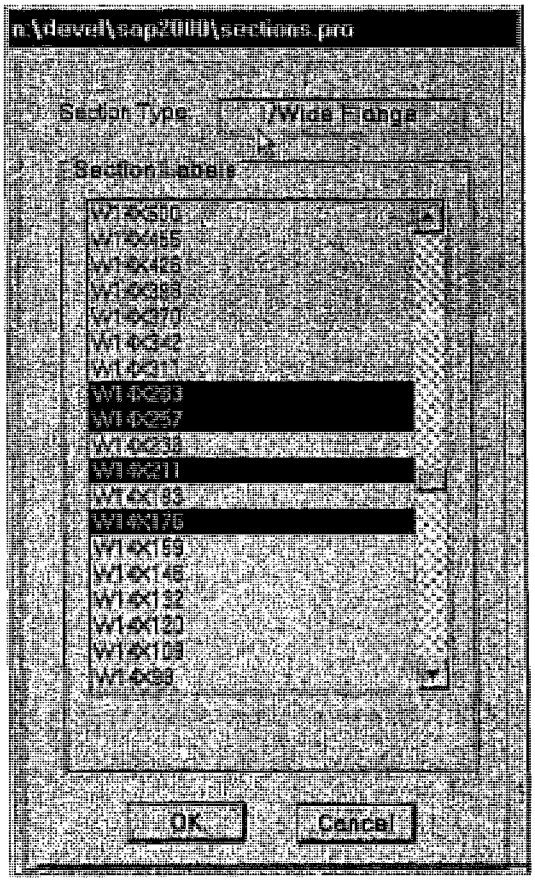


شكل (١٣٤)



شكل (١٣٥) اختيار ملف خواص القطاعات

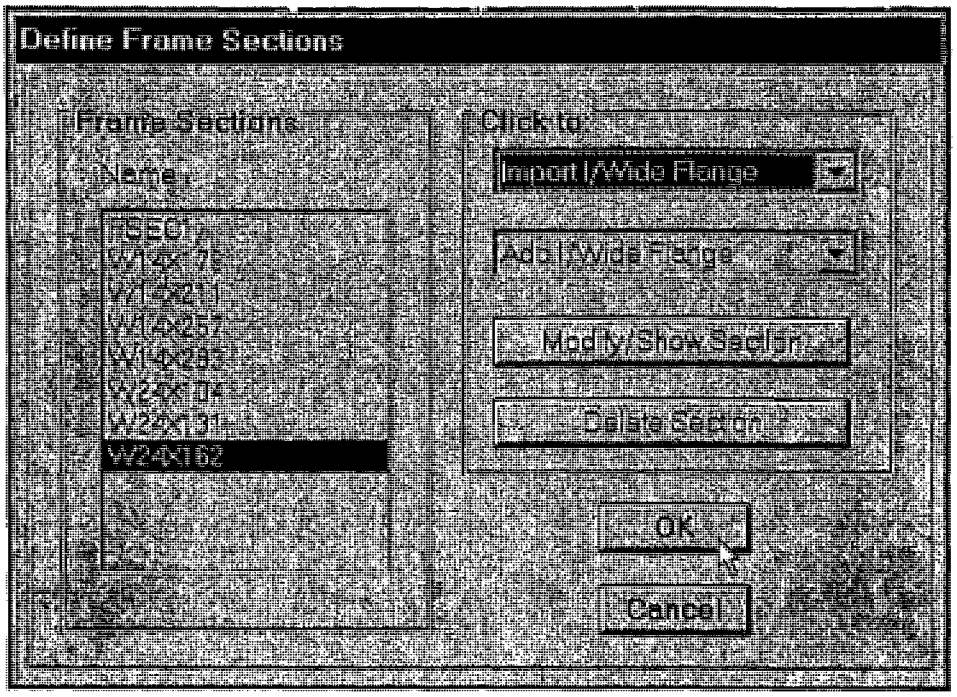
وبمجرد اختيار ملف قاعدة البيانات يتم عرض جميع مقاسات القطاع المختار المتوفرة بهذا الملف لاختيار القطاعات المناسبة منها شكل (١٣٦).



شكل (١٣٦)

يتم اختيار القطاعات المطلوبة ثم اضغط OK فيتم إضافة القطاعات المختارة إلى مربع المحادثة Define Frame Sections حيث تصبح هذه القطاعات معرفة داخل ملف المنشأ لاستخدامها عند الحاجة -شكل (١٣٧).

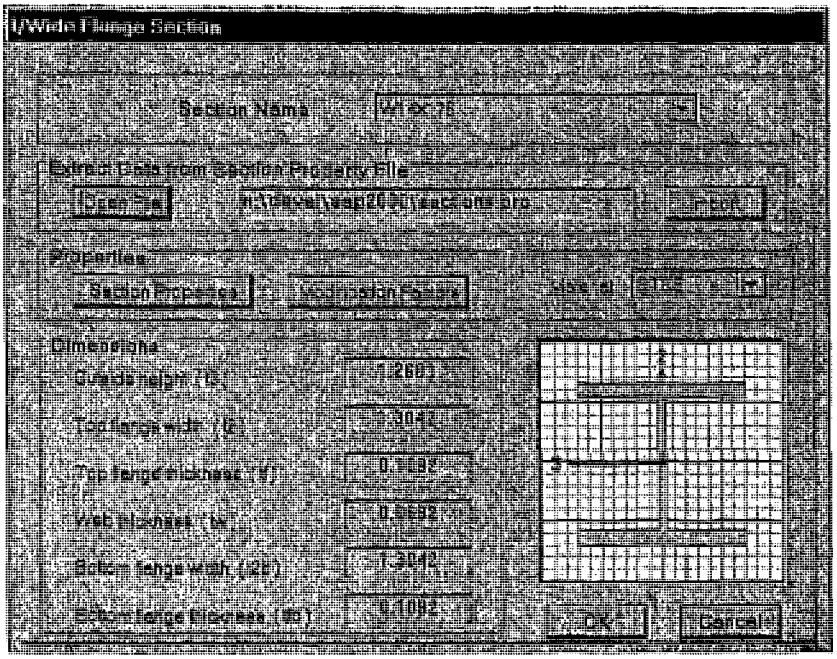
مع العلم أنه لا يشترط استخدام كل القطاعات المختارة فى حل المنشأ ولكن القطاعات العاملة فى المنشأ هى فقط التى سوف يتم تخصيصها للعناصر فيما بعد .



شكل (١٣٧) القطاعات المعرفة

بعد الضغط على OK في نافذة تخصيص القطاعات تظهر نافذة بيانات عن كل قطاع - شكل (١٣٨) يعرض بها شكل القطاع وأبعاده التفصيلية ومادة القطاع حيث يمكن منها اختيار قطاع أخر لعرض بياناته وعرض وإمكانية تغيير ملف الخواص .

ومن المناسب هنا التحدث عن مادة عناصر المنشأ، حيث انه بهذا المثال فالمادة هي الحديد الصلب Steel وهي المادة الافتراضية للبرنامج ولا حاجة لتغييرها بهذا المثال، أما بحالات أخرى فقد تتكون عناصر المنشأ من مادة أخرى كالخرسانة المسلحة أو غيرها، فيتم تغيير مادة القطاع من نفس مربع الحوار الحالي.

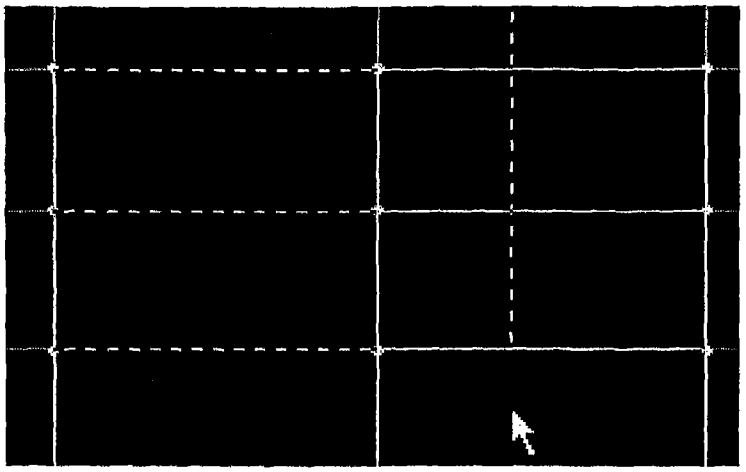


شكل (١٣٨) بيانات القطاع

➢ **تخصيص القطاعات للعناصر:**

بعد الانتهاء من تعريف القطاعات المزمع تخصيصها لعناصر المنشأ تأتى مرحلة تخصيص قطاع لكل عنصر وذلك كما يلي:

- يتم اختيار مجموعة عناصر لها نفس القطاع، وبهذا المثال سيتم بداية إختيار كمرات الثلاث أدوار العلوية - شكل (١٣٩)- باستخدام طريقة خط القطع Intersecting Line وهي طريقة لاختيار مجموعة من العناصر برسم خط يقطعها جميعا، ويتم ذلك كما يلي:



شكل (١٣٩) اختيار العناصر

- يتم اختيار خط القطع بضغط الأيقونة أو بتنفيذ الأمر Intersecting Line من داخل الأمر Select من قائمة الاختيار Select

Select → Select → Intersecting Line

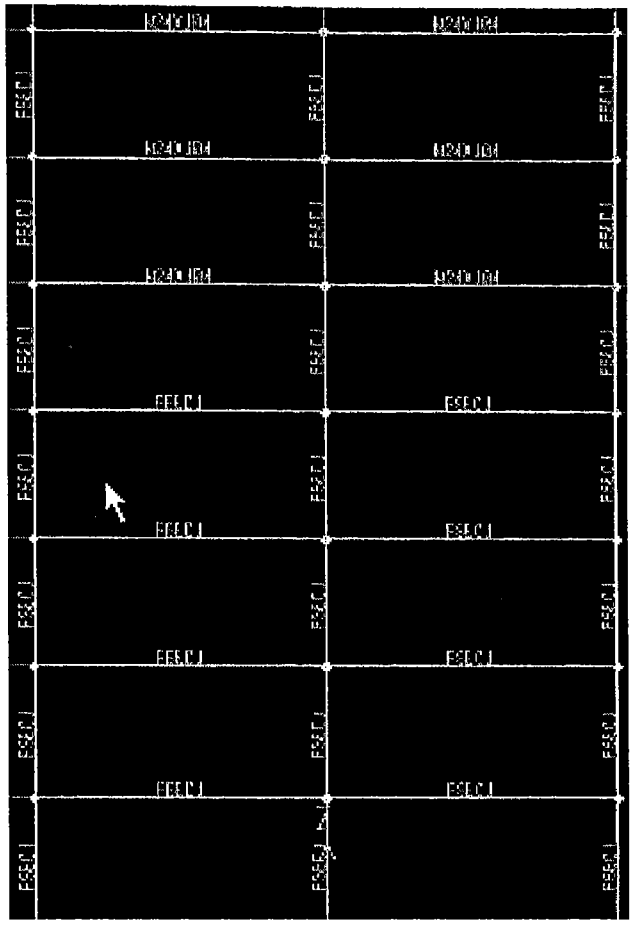
- يتم التخصيص باختيار الأيقونة من شريط الأدوات الطافي أو بتنفيذ الأمر Sections من أمر Frame من قائمة التخصيص Assign

Assign → Frame →

- يظهر مربع حوار لتعريف قطاعات العناصر الإطارية Define Frame Sections ولكن هذه المرة يظهر لتخصيص القطاعات للعناصر المختارة فقط - شكل (١٣٧)- يتم أختار القطاع W14x104 ثم نضغط OK

- يتم تخصيص القطاع المذكور للعناصر المختارة، ويظهر بنافذة العرض النشطة بالشاشة اسم القطاع على العناصر التي خصص لها، أما التي لم يتم تخصيص قطاعات لها فيوضع لها إسم إفتراضي FSEC1 حتى يتم تخصيص قطاع لها .

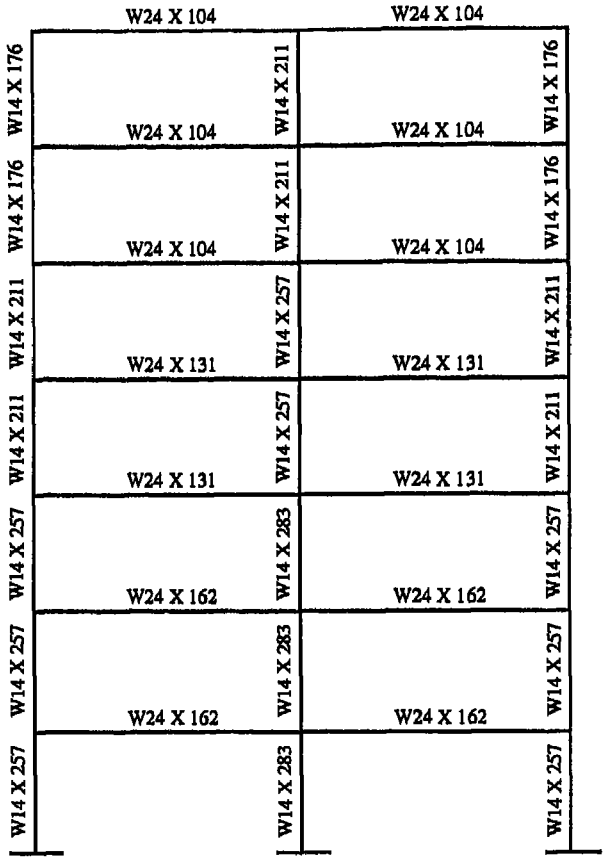
- حتى هذه المرحلة يبدو شكل المنشأ كما بالشكل (١٤٠).



شكل (١٤٠) المنشأ بعد تخصيص القطاعات

حيث تظهر أسماء القطاعات على العناصر التى تم تخصيص قطاعات لها والتى لم يتم تخصيص قطاعات لها تأخذ الاسم الافتراضى للقطاع الاطارى وهو FSEC1 .

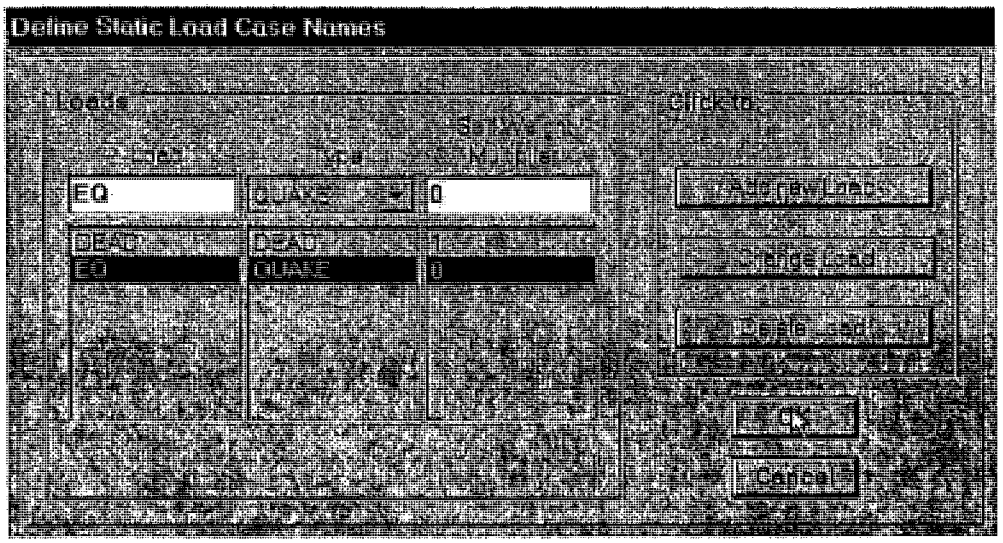
- وبتكرار نفس الخطوات الأسبقية يتم تخصيص القطاعات لجميع عناصر المنشأ، ويبدو المنشأ كما بالشكل (١٤١) .



شكل (١٤١) قطاعات العناصر

➢ **تعريف حالات التحميل:**

بعد تخصيص القطاعات لعناصر المنشأ تبدأ عملية تحديد الأحمال ومن ثـــم تخصيص هذه الأحمال للعناصر والنقاط، ولتعريف حالات التحميـــل ينفـــذ الأمـــر Static Load Cases من قائمة التعريف Define فيظهر مربع الحوار- شكل (١٤٢)- التالي:



شكل (١٤٢) تعريف حالات التحميل

حيث :

Load لتسمية حالات التحميل المختلفة

Type لتحديد حالات الأحمال المختلفة كالأحمـــال الميتة والحية وأحمال الرياح الخ.

Self Weight Multiplier هو معامل يضرب في الوزن النوعـــي للعنصـــر لإضافته للأحمال الميتة المؤثرة على العنصر بعد ضربه في هذا المعامل، وبالتـــالي يمكن وضع المعامل=١ لاعتبار وزن المنشأ كما هو، أو زيادته أو إهمالـــه تمامـــا بوضع قيمة المعامل =صفر.

يتم إدخال البيانات - شكل (١٤٢) بتسمية حالات التحميل من نـــافذة Load فيتم تسمية الحالة الأولى Dead ويتم تحديد نوع الحمل من نافذة Type ويتـــم اختياره Dead ويتم إضافة الوزن النوعي للمنشأ كما هو بجعل المعامل:

Self Weight Multiplier =1

ثم نضغـــط Change Load حيث يتم تغيير الحالة الافتراضيـــة الى الحالة Dead التي تم تحديدها.

يلي ذلك إدخال الحالة الثانية وهي حالة أحمال الزلازل فتكون التسمية EQ والنوع Quake ، ويتم إهمال الوزن النوعي: Self Weight Multiplier = 0

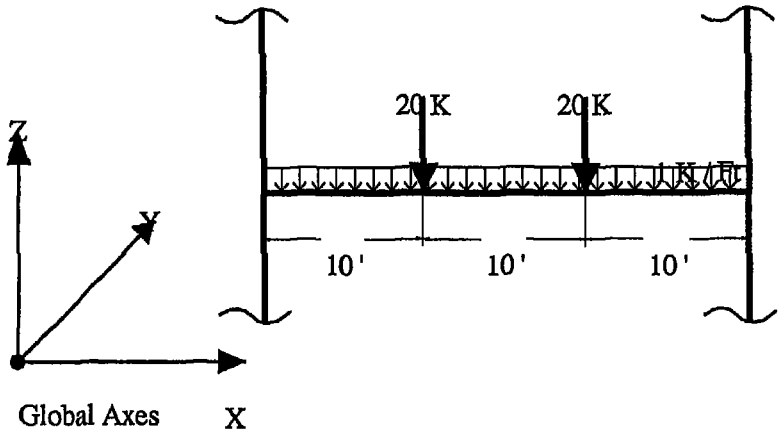
ثم يتم إضافة حمل جديد Add new Load ثم OK

تم الآن تكوين حالتي تحميل لتحليل المنشأ تحت تأثيرهما، والخطوة التاليـــة هي تخصيص هذه الأحمال لعناصر ونقاط المنشأ.

➢ **وضع الأحمال على النقاط والعناصر:**

أولا : أحمال العناصر Member Loads

يفترض خلال هذا المثال أن جميع عناصر المنشأ الأفقية تؤثر عليها أحمـــال رأسية مركزة وموزعة كما بالشكل (١٤٣) التالي:

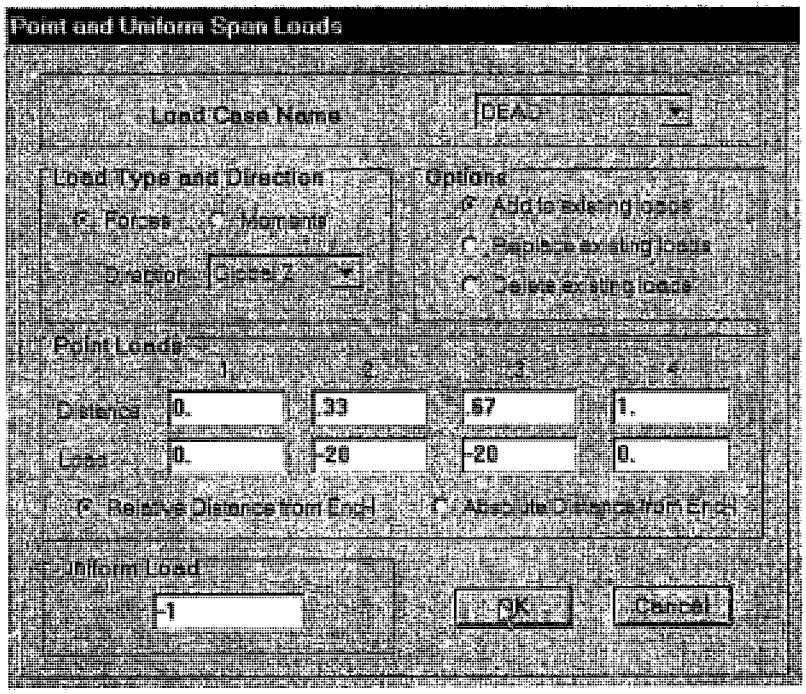


شكل (١٤٣) أحمال العناصر الأفقية

يتم إختيار العناصر الأفقية Beams المراد وضع هذه الأحمال عليها بطريقة إختيار مناسبة كخط التقاطع Intersecting Line وبعد إختيار جميع العناصر الأفقية يتم تنفيذ الأمر التالي، والخاص بتحديد الأحمال المركزة والموزعة للعناصر الإطارية وذلك من قائمة التخصيص Assign:

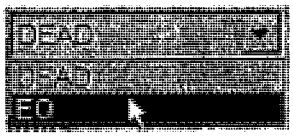
Assign → Frame Static Loads → Point and Uniform

أو بضغط الأيقونة من شريط الأدوات الطافى فيظهر مربع حوار لإدخال بيانات الأحمال كما بالشكل (١٤٤) مع الوضع فى الاعتبار الوحدات المستخدمة لتمثيل القوى والأبعاد.



شكل (١٤٤) إدخال بيانات الأحمال للعناصر

١) في منطقة Load Case Name يتم عرض أسماء حالات التحميل آلتي تم تعريفها من قبل فنختار منها حالة DEAD



لاحظ ظهور حالات التحميل سابقة التعريف فقط .

٢) في منطقة **Load Type and Direction** توجد الاختيارات الآتية:

- Forces لإضافة أحمال
- Moments لإضافة عزوم
- Direction لتحديد اتجاهات القوى المدخلة وتم التعبير عنها في هذا المثال بالنسبة للمحور العام Z.

٣) فى منطقة الاختيارات **Options** توجد الاختيارات الآتية:

- Add to existing loads لإضافة الحمال المضافة إلى الأحمال الموجودة من قبل أو عند إضافة الأحمال للمرة الأولى على اعتبار أن القيمة الموجودة من قبل = صفر.
- Replace existing loads لاستبدال الأحمال المضافة بالأحمال الموجودة على العنصر من قبل.
- Delete existing loads حذف الأحمال الموجودة من قبل .

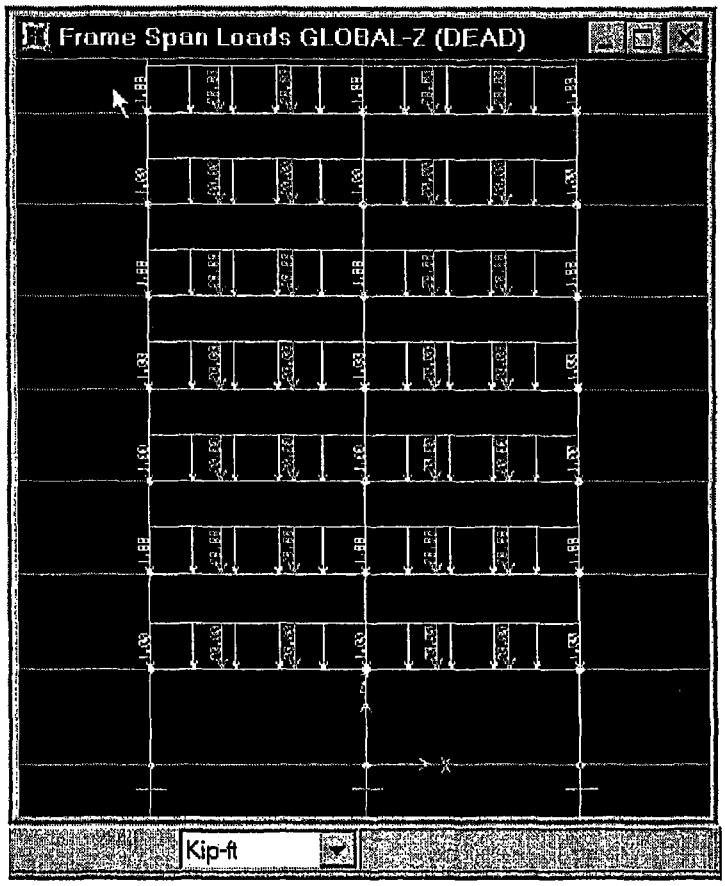
٤) فى منطقة **Point Loads**

ندخل الأحمال المركزة على العنصر في حدود أربعة أحمال بحيث يتم تحديد مسافة كل حمل من بداية العنصر كبعد مطلق او كنسبة من طول العنصر (افتراضي) ولوضع بعد مطلق نختار Absolute Distance from End-I ثم ندخل قيم الأحمال كما بالشكل (١٤٤) .

٥) فى منطقة **Element Loads**

ندخل قيمة الحمل الموزع على كامل العنصر بالوحدات المعرفة مسبقا.

ثم نضغط OK لقبول القيم المدخلة فيبدو شكل المنشأ كما في شكل (١٤٥).

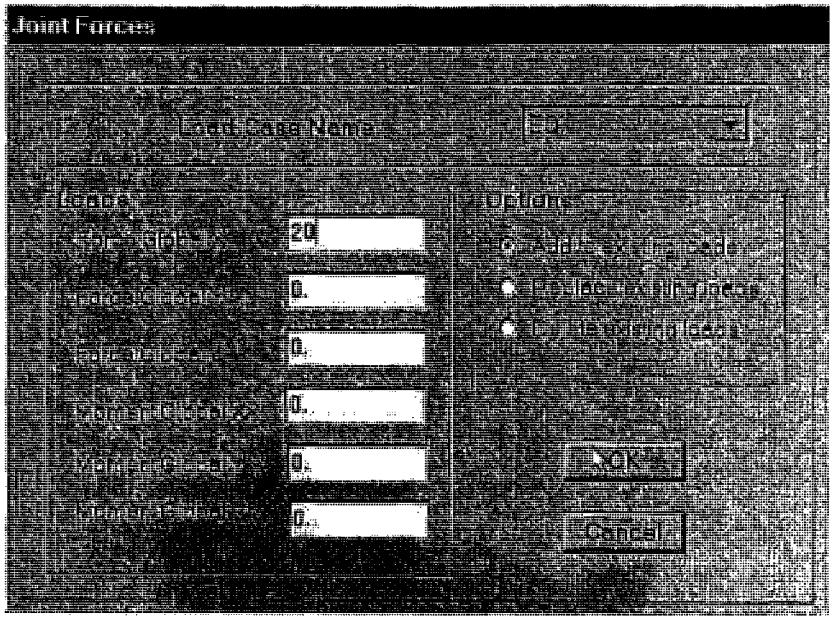


شكل(١٤٥) أحمال العناصر

ثانيا : أحمال النقاط Joint Loads

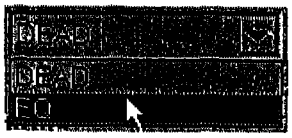
١) نختار النقاط المراد وضع الأحمال عندها والطريقة المثلى لاختيار النقاط هي نافذة الاختيار وكمثال نختار النقطة الأولى (نقطة رقم ٨ أعلى اليسار للمنشأ).

٢) ننفذ الأمر Assign → Joint Static Loads → Forces
يظهر مربع الاختيار كما بالشكل (١٤٦).



شكل (١٤٦) Joint Forces

- في نافذة Load Case Name نغير اسم حالة التحميل إلى EQ



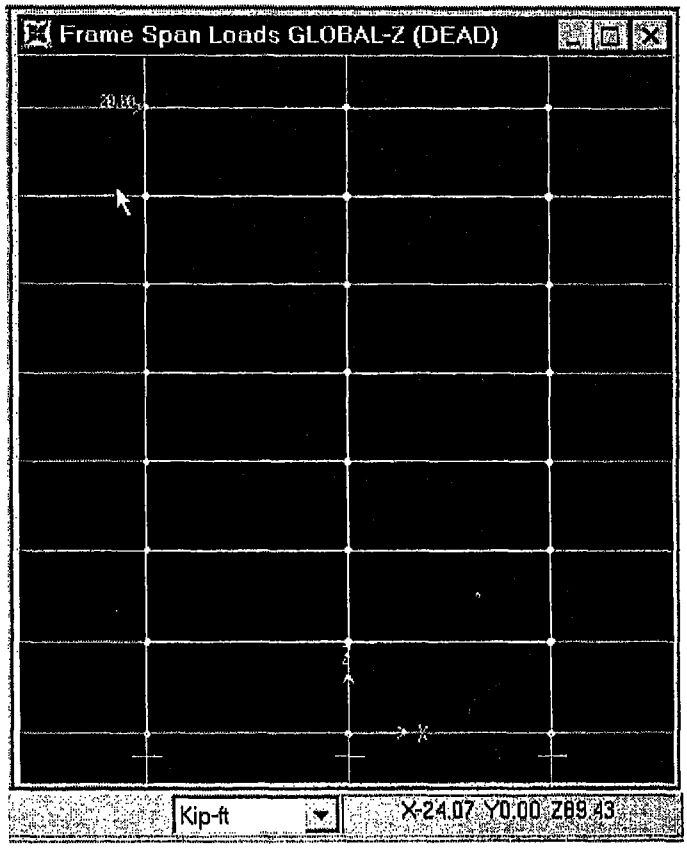
- في نافذة Loads يتم تحديد اتجاه القوى بحيث

Force Global X	القوى فى اتجاه المحور العام X
Force Global Y	القوى في اتجاه المحور العام Y
Force Global Z	القوى في اتجاه المحور العام Z
Moment Global XX	العزوم فى اتجاه المحور العام X
Moment Global YY	العزوم فى اتجاه المحور العام Y
Moment Global ZZ	العزوم فى اتجاه المحور العام Z

- فى نافذة Options نختار Add to existing loads

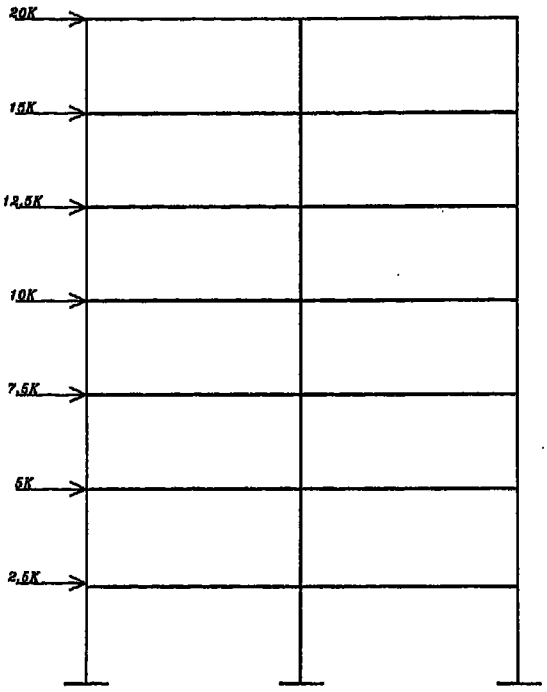
ندخل القيمة كما بالشكل (١٤٦) ثم نختار OK

فيظهر شكل المنشأ كما بالشكل (١٤٧).



شكل (١٤٧) الحمل على النقاط

ندخل باقى أحمال النقاط بنفس الطريقة السابقة حتى بدو شكل المنشأ كما بالشكل (١٤٨) .



شكل (١٤٨) أحمال النقاط للمنشأ

➢ عمل **Constraints للنقاط**

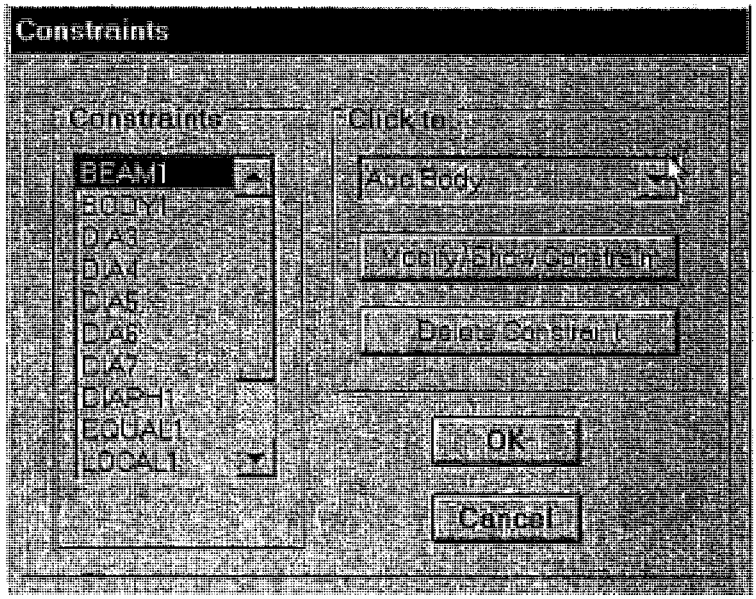
تذكر أن ألـ Constraints هي عملية تطابق التشكلات بين النقاط مما يقلـل من زمن الحل وحجم الملفات الناتجة لأنه عند تطابق إزاحة نقطتين فى اتجاه معين يؤدى ذلك إلى تكوين معادلة واحدة بدلا من معادلتين.

وفى المثال الحالي تتطابق حركة النقاط فى كل دور فى اتجاه X ولتنفيذ ذلك يتم عمله لكل دور على حدا .

نختار نقاط الدور الأول باستخدام نافذة الاختيار ثم ننفذ الأمر

Assign → Joint →

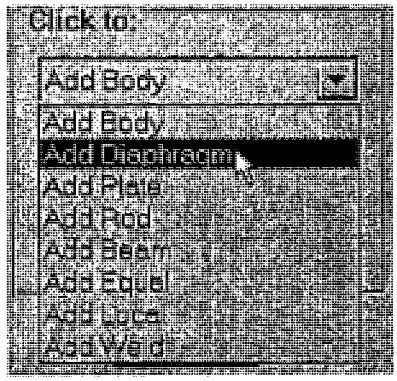
حيث يظهر مربع الحوار كما بالشكل (١٤٩) .



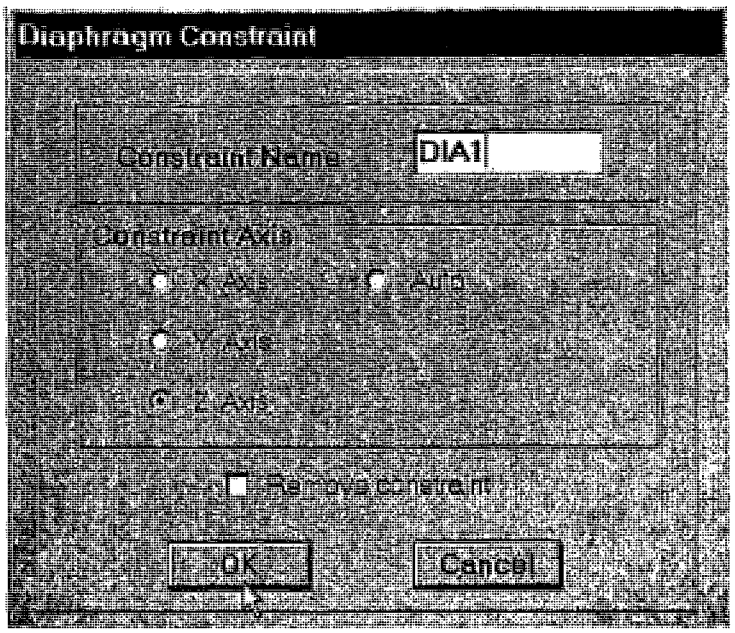
شكل (١٤٩)

تحتوى نافذة Constraints على حالات ألـ Constraints التي سبق تعريفها ولتعريف حالة جديدة تمثل نقاط الدور الأول نختار من نافذة Click to : الاختيار Add Diaphragm كما بالشكل (١٥٠) .

حيث يظهر جدول محادثة لإدخال خصائص الحالة الجديدة كما بالشكل (١٥١).



شكل (١٥٠)

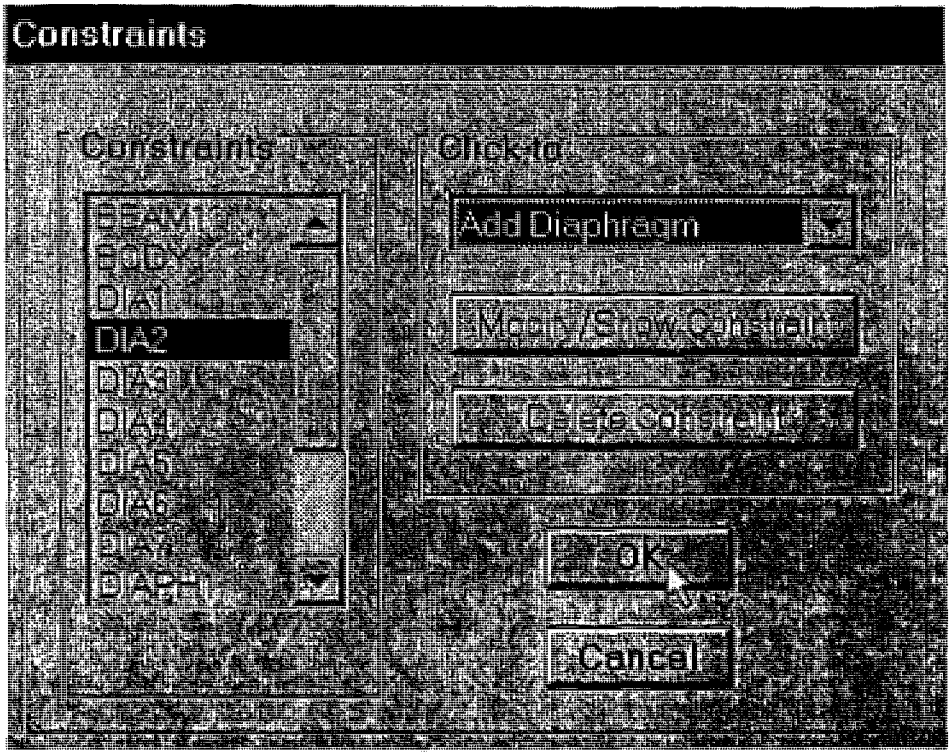


شكل (١٥١) إدخال حالة Constraints

- ندخل اسم الحالة DIA1

- فى نافذة Constraint Axis نختار المحـــور Z وذلـــك يعنـــى أن النقـــاط المطلوب عمل Constraints لها يكون اتجاه إزاحاتها عمودي على المحورZ وهو فى هذه الحالة محور X ثـــم OK نضغط .

- نكرر نفس الخطوات فى عمل Constraints لباقي الأدوار تحت الأسماء DIA2 , DIA3 , DIA4 ,DIA5 , DIA6 , DIA7
حتى يبدو مربع تخيص الـ Constraints كما بالشك (١٥٢).



شكل (١٥٢)

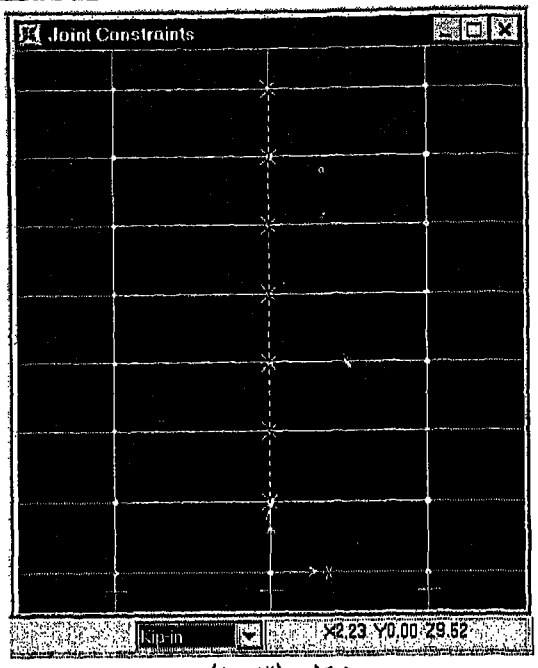
بعد ذلك يتم تغيير الوحدات إلي

ثم نختار النقاط الوسطى فى كل الأدوار كما بالشكل (١٥٣) .

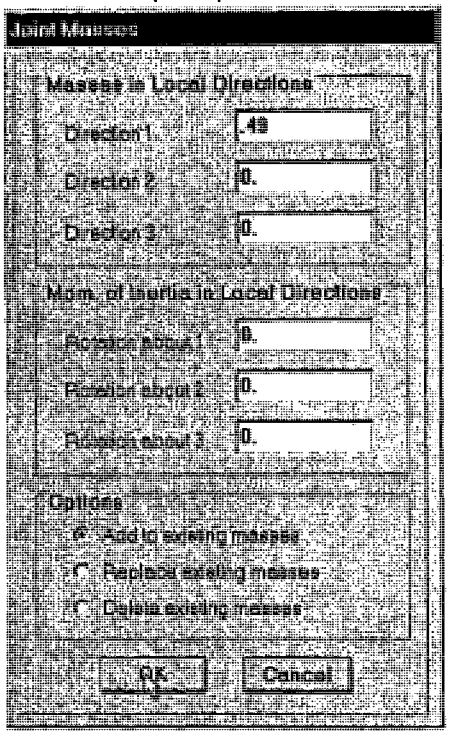
ثم ننفذ الأمر

Assign → Joint →

يظهر مربع محادثة كما بالشكل (١٥٤)



شكل (١٥٣)



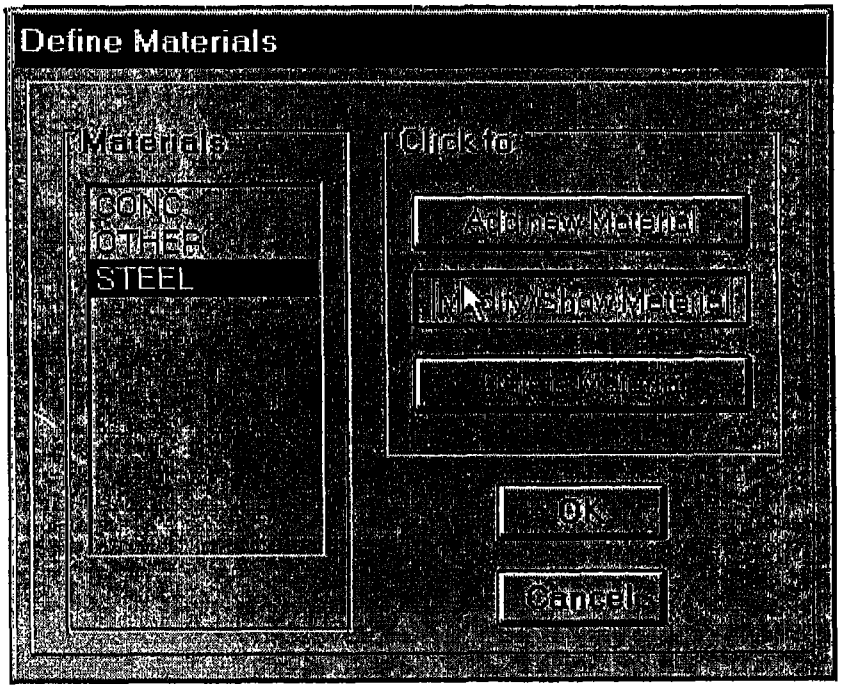
شكل (١٥٤)

ندخل القيم كما بالشكل (١٥٤) ثم نضغط OK

➢ إدخال المواد Materials

نغير الوحدات إلى Kip-in

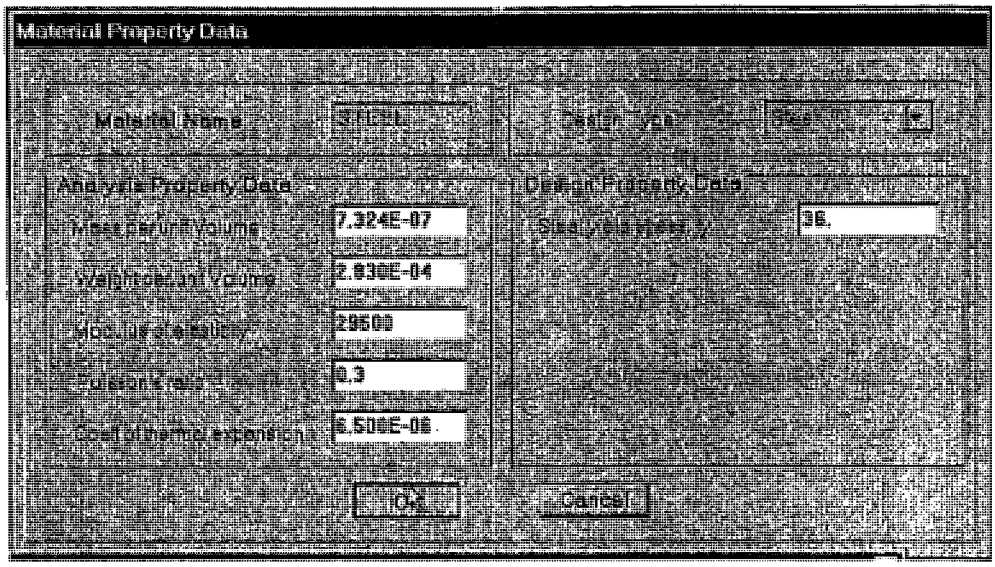
لتعريف المواد للعناصر ننفذ الأمر Materials → Define فيظهر مربع محادثة كما بالشكل (١٥٥) .



شكل (١٥٥) تعريف المواد

لإضافة مادة جديدة نضغط Add new Material .

لتعديل وعرض مواصفات مادة معرفة فعلا نضغط Modify/Show Material حيث يتم عرض مربع محادثة كما بالشكل (١٥٦).



شكل (١٥٦) تعديل مواصفات المواد

يمكن عن طريق مربع الحوار شكل (١٥٦) تغيير خواص المادة المستخدمة مثل (Modules of Elasticity و Yield stress).

حتى هذه المرحلة تم توصيف المنشأ واختيار قطاعات افتراضية وكذلك تحديد وتخصيص الأحمال، ويلي ذلك مرحلة تحليل وتصميم المنشأ إنشائيا، ويتم ذلك كما يلي:

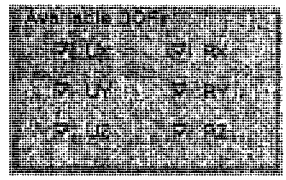
- **مرحلة التحليل الإنشائي:**

عند بدأ مرحلة التحليل الإنشائي يكون البرنامج ستة معادلات لكل نقطة كل معادلة تستخدم لدرجة حرية معينة من درجات الحرية الستة لأي نقطة في الفراغ، ولتقليل الفترة الزمنية اللازمة لتحليل المنشأ يفضل إلغاء درجات الحرية التي من المعلوم والمؤكد مسبقا أنه لن تكون لهذه النقطة حركة في اتجاهها.

وفي هذا المثال وحيث أنه منشأ إطاري في مستوى واحد (X - Z Plane) وجميع الأحمال المؤثرة عليه تقع في نفس المستوى، فمن المؤكد عدم وجود إزاحات في الاتجاه العمودي على هذا المستوى (المحور Y) وذلك لعدم وجود أحمال تؤثر في هذا الاتجاه، وكذلك لن يكون لهذه النقاط أية إزاحات دورانية حول محاور المستوى الواقعة به (Rx, Rz) ، ويتم تقييد درجات الحرية هذه من خلال أمر تحديد الخيارات Set Options من قائمة التحليل Analyze :

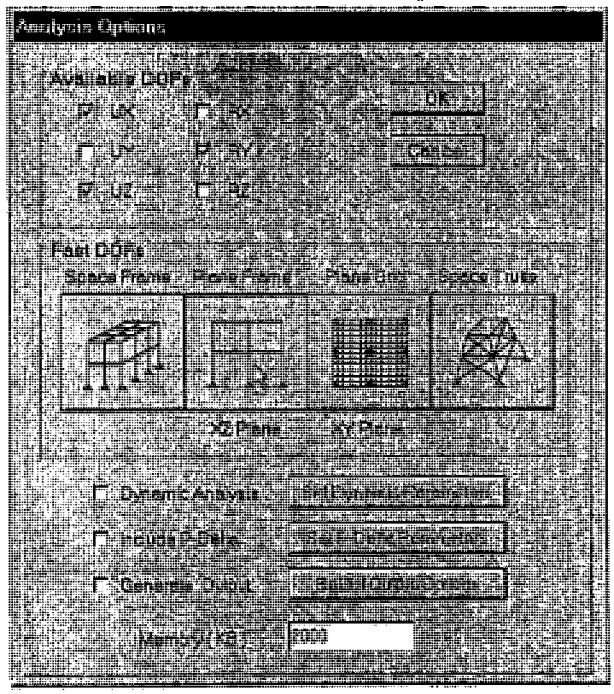
Analyze → Set Options

ومن خلال مربع الحوارشكل (١٥٧) يتم تحديد درجات الحرية المطلوب تقييدها أو تحريرها، وبعد تنفيذ المطلوب يبدو مربع الحوار كما بالشكل (١٥٧).



شكل (١٥٧-أ) درجات الحرية الستة المتاحة

كما يمكن الحصول على نفس النتيجة السابقة بطريقة أسرع بالضغط على المربع المرسوم به Plane Frame في نافذة Fast DOFs بنفس الشكل.



شكل (١٥٧-ب)
اختيارات التحليل

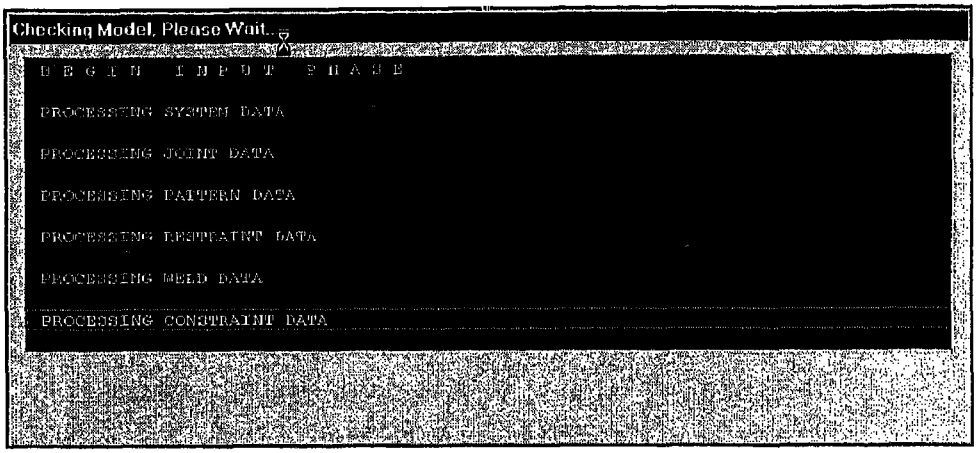
ولبدء مرحلة التحليل يتم تنفيذ الأمر Run من قائمة التحليل:

Analyze → Run

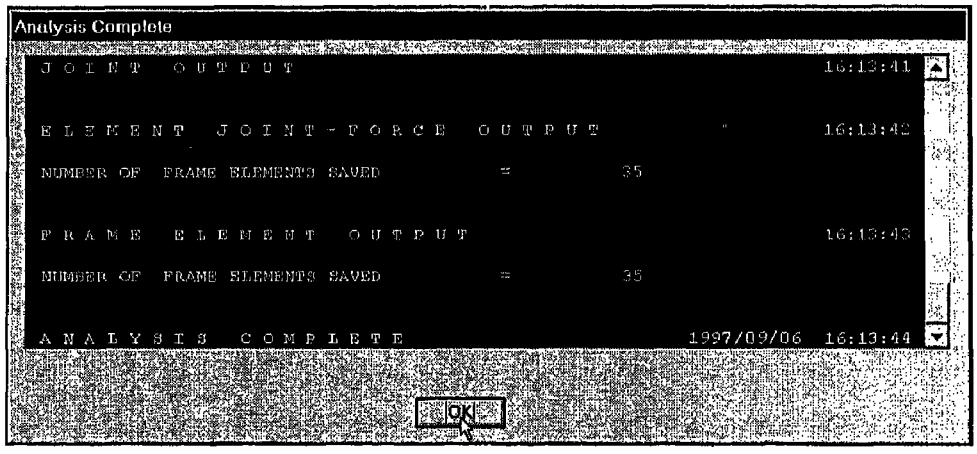
أو بضغط الأيقونة أو زر F5، فتظهر رسالة تطلب حفظ الملف

تظهر رسالة تطلب حفظ الملف فندخل اسم الملف Frame1.SDB

حيث يتم على الشاشة استعراض مراحل التحليل الإنشائي -شكل (١٥٨)،(١٥٩) :



شكل (١٥٨) بيانات الحل للمنشأ



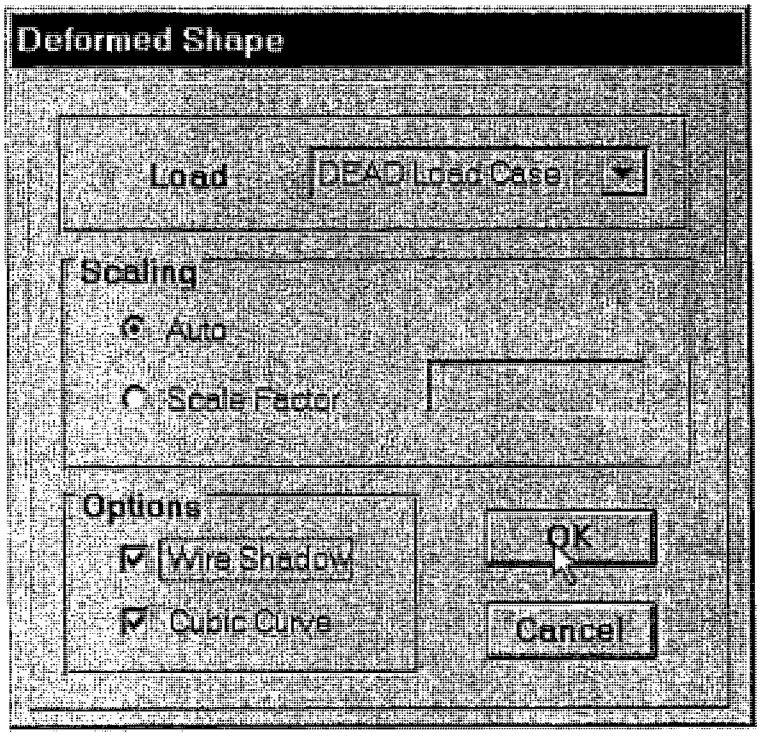
شكل (١٥٩) الانتهاء من عرض خطوات الحل

➢ استعراض التشكلات Deformations لعناصر المنشأ:

بعد إتمام عملية الحسابات يعرض البرنامج أوتوماتيكيا تشكلات المنشأ لحالة لتحميل الافتراضية الأولى DEAD فى نافذة العرض النشطة، وللتحكم في عرض التشكلات ننفذ الأمر أو نضغط F6.

Display → Show

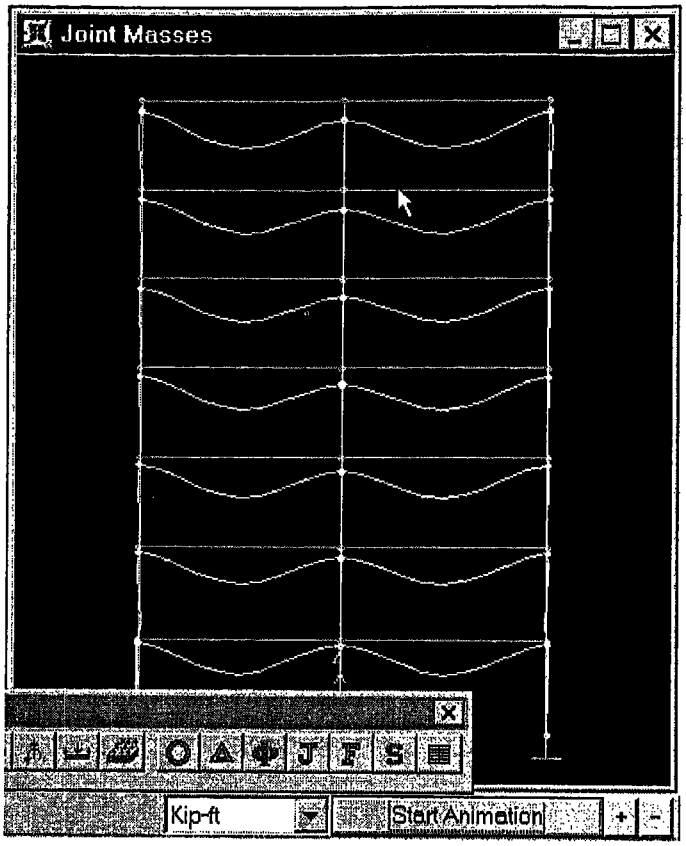
يتم عرض مربع حوار (Deformed Shape) كما بالشكل (١٦٠)



شكل (١٦٠) عرض التشكلات

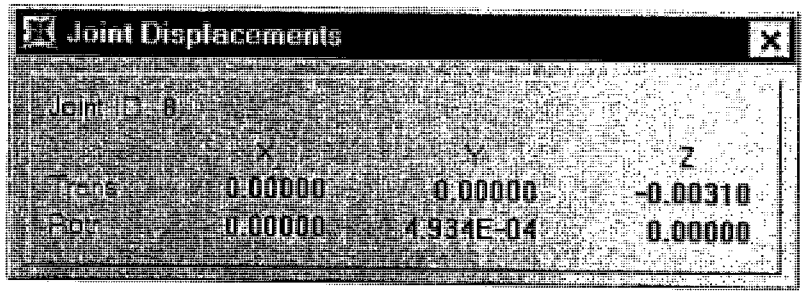
- فى نافذة Load نحدد اسم حالة التحميل المطلوب عرض التشكلات الناتجة عنها وهى الآن حالة Dead Load Case تذكر أن هذه الحالة سبق تعريفها من قبل.

- نختار الاختيار Wire Shadow لكى نتمكن من رؤية شكل العناصر بعد التغير ورؤية العناصر قبل التغير بلون مخالف كما بالشكل (١٦١).



شكل (١٦١) تشكلات العناصر لحالة التحميل Dead

لعرض ازاحات نقطة معينة من المنشأ نضغط على النقطة بالزر الأيمن للمـــاوس فيتم عرض نافذة بيانات الازاحات للنقطة كما بالشكل (١٦٢)

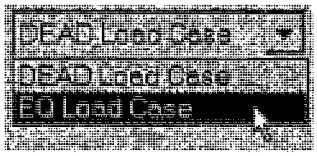


شكل (١٦٢) بيانات ازاحات نقطة

نكرر الأمر

Display → Show Deformed Shape

أو نضغط F6

نختار حالة التحميل EQ 

ثم نضغط

فتظهر تشكلات المنشأ كما بالشكل (١٦٣).

- لبدء عرض حركة التشكلات نضغط

حيث يظهر قضيب منزلق

للتحكم في سرعة الحركة ويتم عرض المنشأ بحركة التشكلات ويستمر في الحركة حتى يتم ضغط

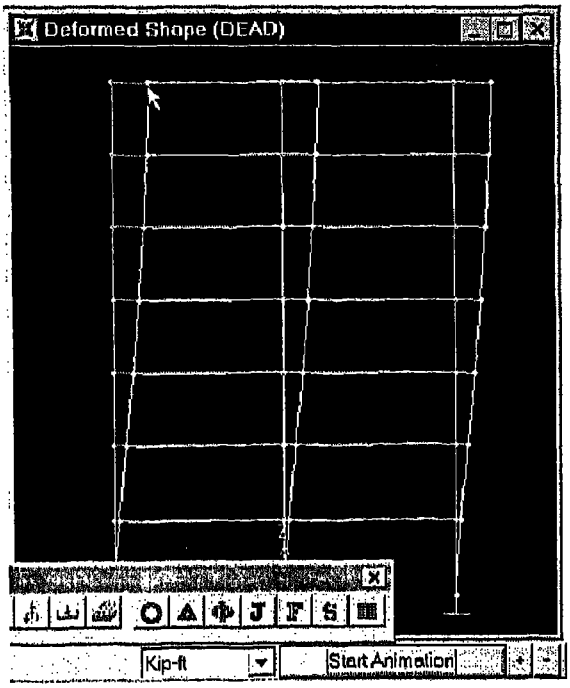
لعرض تشكلات حالة التحميل السابقة نضغط لعرض تشكلات حالة التحميل اللاحقة نضغط

١٢ - استعراض ردود الأفعال الداخلية والإجهادات لعناصر المنشأ:

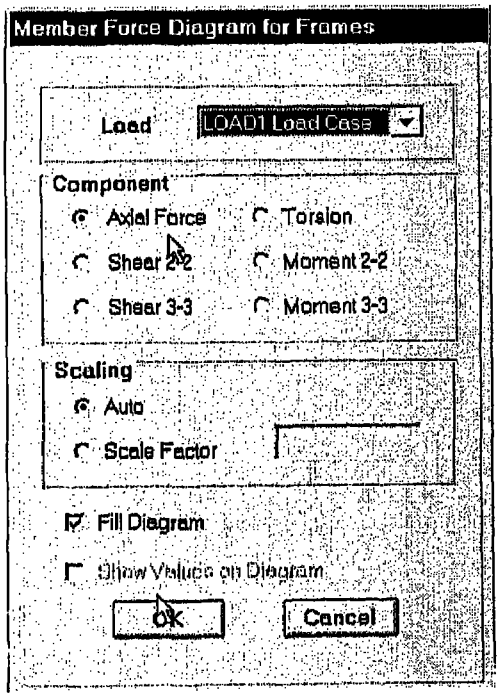
لاستعراض ردود الأفعال الداخلية أو الاجهادات لعناصر المنشأ ننفذ الأمر:

Display → Show Elements / Stresses →

يظهر مربع حوار كما بالشكل (١٦٤)



شكل (١٦٣)
تشكلات العناصر
لحالة التحميل EQ



شكل (١٦٤)
عرض القوى
والاجهادات للعناصر

حيث :

Load لتعريف حالة التحميل المراد عرض الاجهادات الناتجة عنها

Axial Force لعرض القوى المحورية للعناصر.

Shear 2-2 لعرض قوى القص للمحور المحلى (٢ - ٢).

Shear 3-3 لعرض قوى القص للمحور المحلى (٣ - ٣).

Torsion عزوم اللى للعناصر.

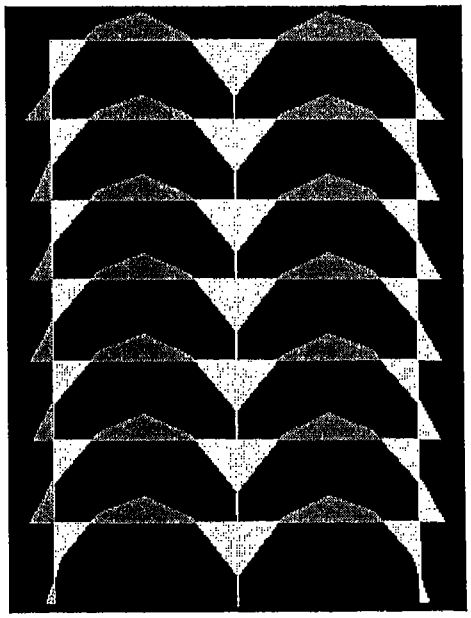
Moment 2-2 العزوم حول المحور المحلى (٢ - ٢).

Moment 3-3 العزوم حول المحور المحلى (٣ - ٣).

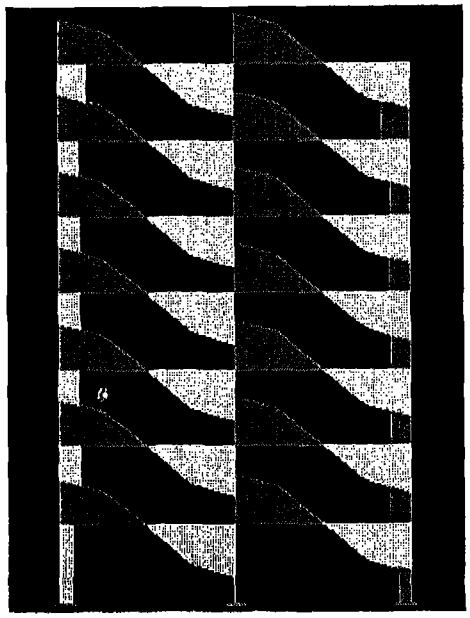
- في نافذة Scaling يمكن تحديد مقياس لرسم القوى والاجهادات باختيار Scale Factor أو قبول ما يفرضه البرنامج باختيار Auto.
- نختار Fill Diagram لظهور الرسم مظلل.

بعد اختيار نوع القوى الداخلية المراد عرض قيمها على الرسم يتم عرض الرسم كما بالشكل (١٦٥) و(١٦٦) و(١٦٧) كأمثلة لأشكال عديدة يمكن الحصول عليها.

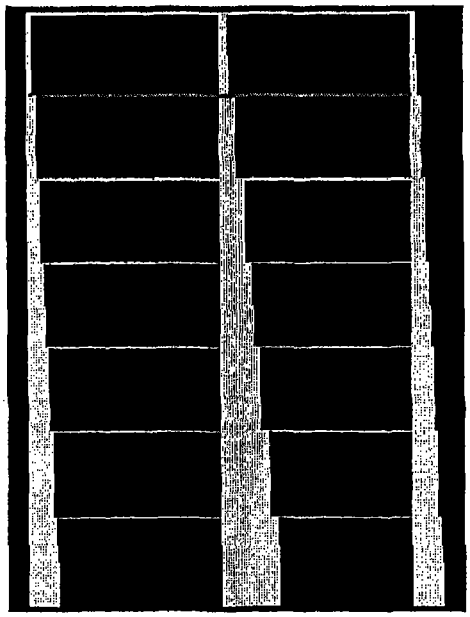
ويرتبط ذلك بنوع المنشأ وشكل القوى وحالات التحميل .



شكل (١٦٥) العزوم حول المحور المحلى ٣ - ٣ نتيجة حالة التحميل Dead



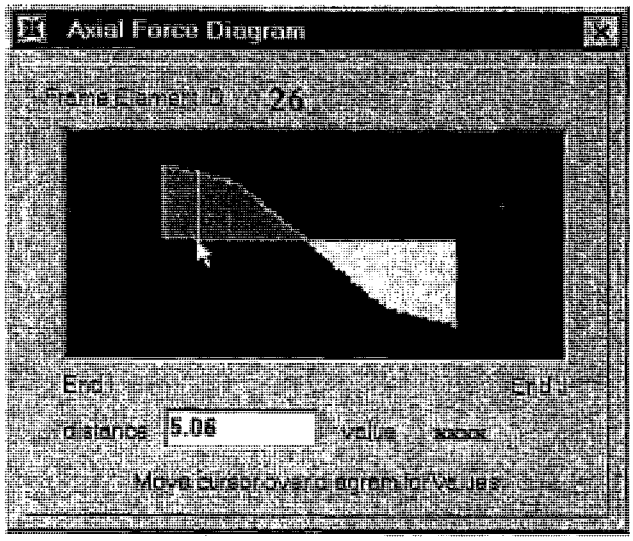
شكل (١٦٦) قوى القص حول المحور المحلى (٢ - ٢) نتيجة حالة التحميلDead



شكل (١٦٧) القوى المحورية نتيجة حالة التحميل Dead

- البحث عن قيم ردود الأفعال الداخلية لعناصر معينة:

ليست هناك حاجة للتجول خلال ملفات النتائج المجدولة لإيجاد ردود الأفعال الداخلية لعنصر معين أو عدة عناصر بل يكفي النقر بالزر الأيمن للماوس على العنصر المراد حيث يتم عرض العنصر فى مربع محادثة كما بالشكل (١٦٨) التالي:



شكل (١٦٨) عرض قيم القص للعنصر ٢٦

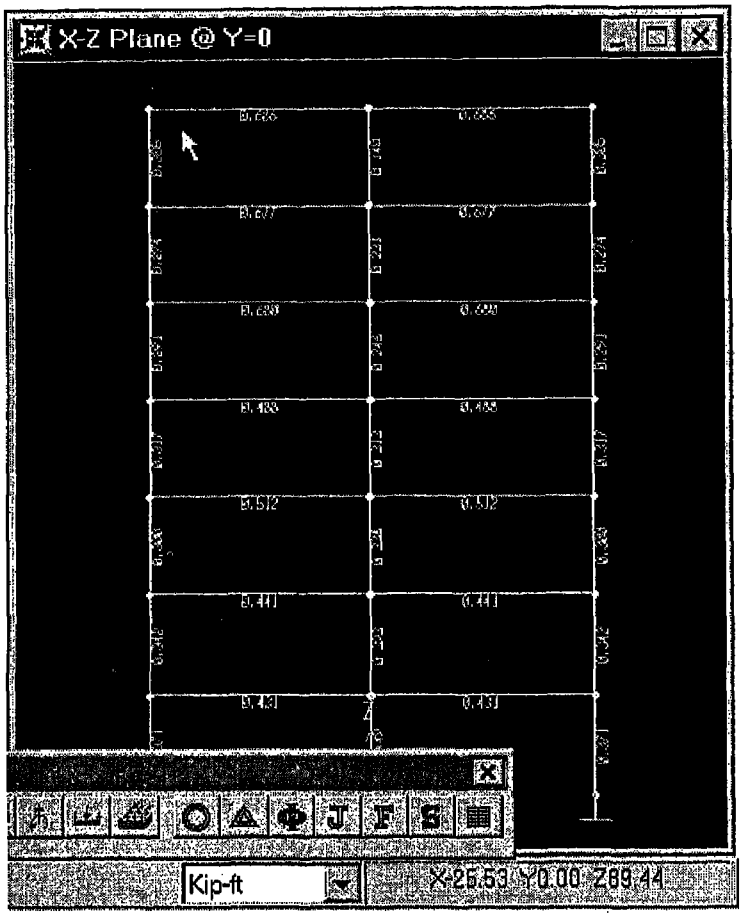
- القيمة xxxx تمثل قيمة القوة عند موضع الماوس والمسافة distance تمثل بعد النقطة عن بداية العنصر وتتغير تبعا لحركة الماوس.

➢ **مرحلة التصميم:**

بعد الانتهاء من عملية الحسابات يمكن البدء فى عملية التصميم ولبدء التصميم ننفذ الأمر

Design → Start design / Check Structure

وحيث أننا قد اخترنا قطاعات إفتراضية في البداية لعناصر المنشأ فإن البرنامج يبدأ بالتحقق من القطاعات المختارة ومدى قدرتها على تحمل الأحمال المعرضة لها بأمان طبقا للكود المستخدم.



شكل (١٦٩) نسب الاجهادات على القطاعات

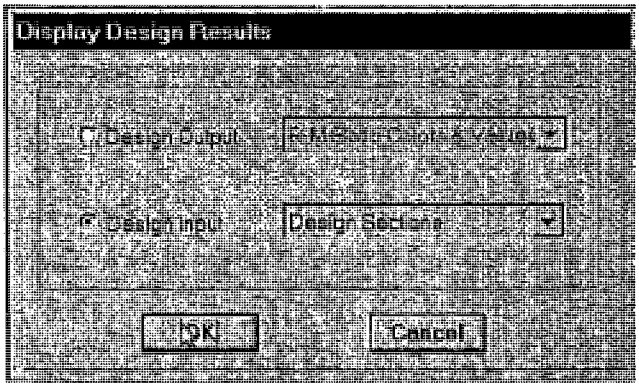
ويتم عرض نسبة الإجهادات الفعلية التي يتعرض لها القطاع إلى الإجهادات التي يتحملها بأمان، والقطاع آمن مادامت هذه النسبة أقل من الواحد الصحيح، والقطاع إقتصادي كلما كانت هذه النسبة أقرب إلى الواحد الصحيح.

يلاحظ ظهور قضيب ملون أسفل شاشة الرسم يمثل مقياس نسب الإجهاد كما بالشكل (١٦٩).

لاستعراض معلومات تصميميه للعناصر ننفذ الأمر

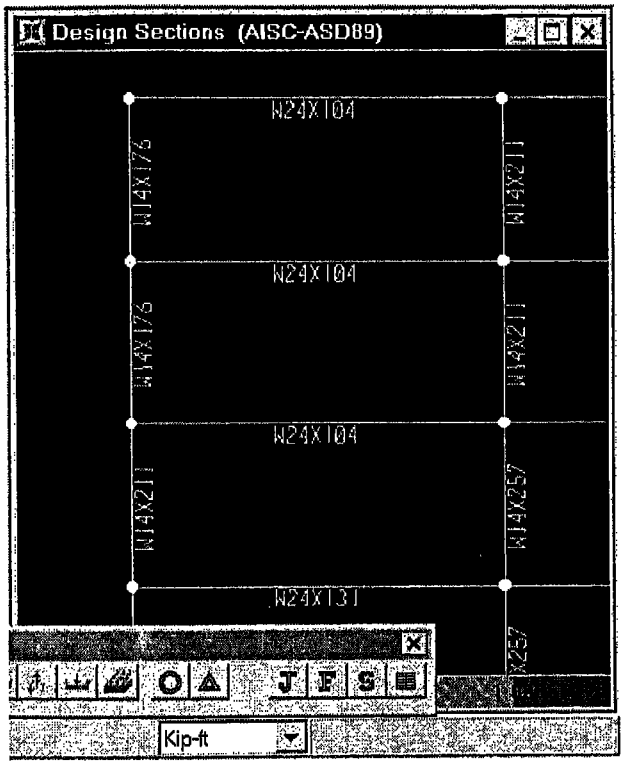
Design →

حيث يتم عرض مربع الحوار كما بالشكل (١٧٠).



شكل (١٧٠) عرض بيانات التصميم

نضغط OK حيث يتم عرض اسم القطاع لكل عنصر كما بالشكل (١٧١).

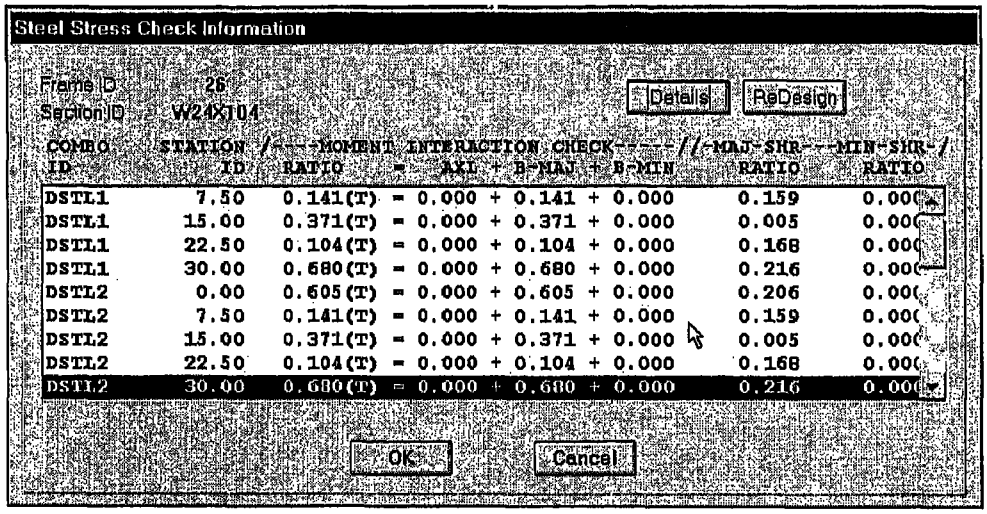


شكل (١٧١)
قطاعات العناصر التصميمية

عرض بيانات تفصيلية عن بيانات تصميم عنصر معين نضغط بالزر الايمن للماوس على العنصر حيث يتم عرض مربع حوار كما بالشكل (١٧٢).

حيث يتم عرض رقم العنصر Frame ID واسم القطاع التصميمى Section ID ويتم عرض بيانات التصميم لخمسة قطاعات بالعنصر وكل حالة من حالات التحميل المؤثرة على المنشأ.

مع ملاحظة أن هذه البيانات ترتبط باختيار القطاع الذي تم اختياره أثناء إدخال البيانات لذلك يقوم البرنامج بعمل Check Of Stresses للعناصر مع إمكانية تغيير القطاع وإعادة التصميم على أساس القطاع الجديد.

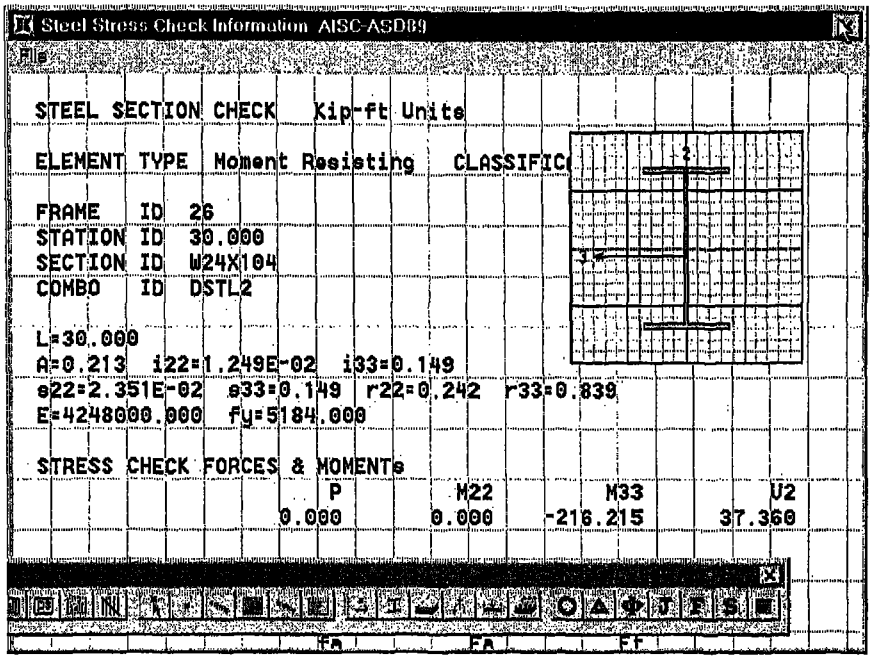


شكل (١٧٢) بيانات تصميم عنصر

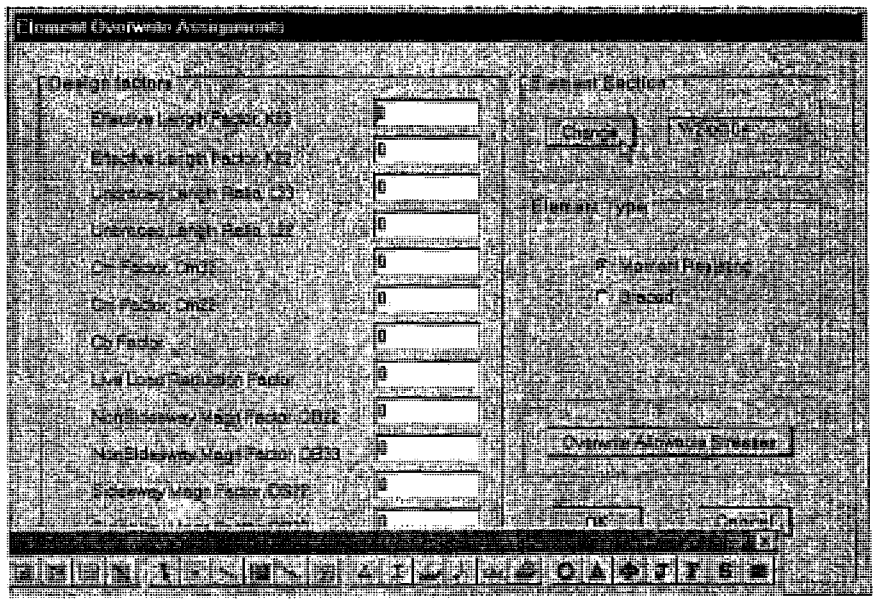
ولعرض بيانات تفصيلية عن قطاع معين من قطاعات العنصر نختار القطاع ثم نضغط Details حيث يتم عرض مربع محادثة كما بالشكل (١٧٣).

مع ملاحظة أن القطاع التصميمى لهذا العنصر هو W 24 X 104 وهو نفس القطاع الذي تم تخصيصه له من قبل.

فى حالة الرغبة فى إعادة التصميم نضغط على ReDesign فى شكل (١٧٢) حيث يتم عرض مربع محادثة شكل (١٧٤).

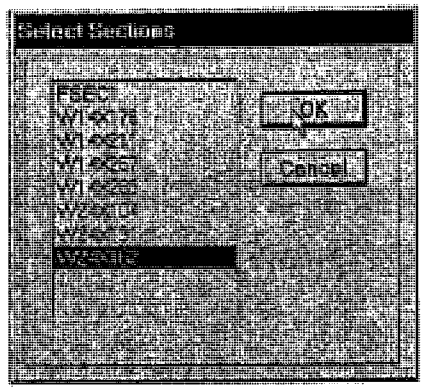


شكل (١٧٣) بيانات تفصيلية لقطاع من العنصر



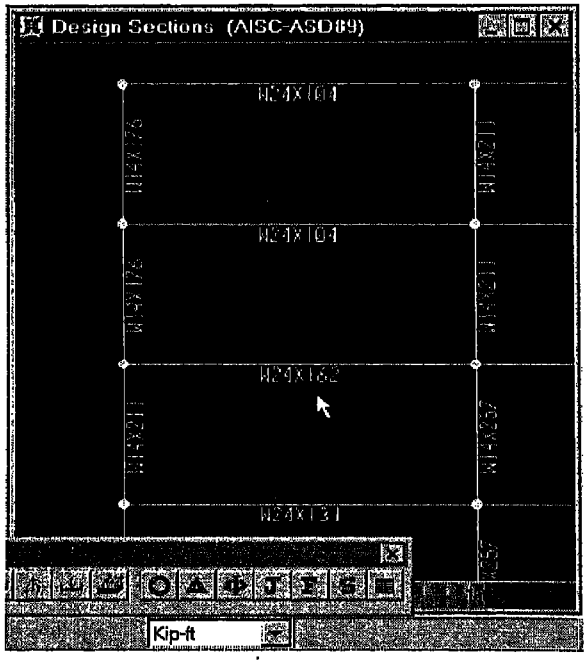
شكل (١٧٤) تخصيص قطاع تصميمى لعنصر

لتغيير القطاع التصميمى نضغط على Change حيث يتم عرض مربع محادثة يحتوى على القطاعات التي تم تعريفها فى مرحلة إدخال القطاعـــات كمـــا بالشـــكل (١٧٥).



شكل (١٧٥) اختيار قطاع تصميمى

نختار القطاع W 24 X 162 ثم OK حيث يتم إضافة القطاع الجديـــد إلى العنصر ولتغيير اسم القطاع على الرسم لابد من عمل Refreshment لنـــافذة الرسم بالضغط علـــى حيث يبدو العنصر كما بالشكل (١٧٦).



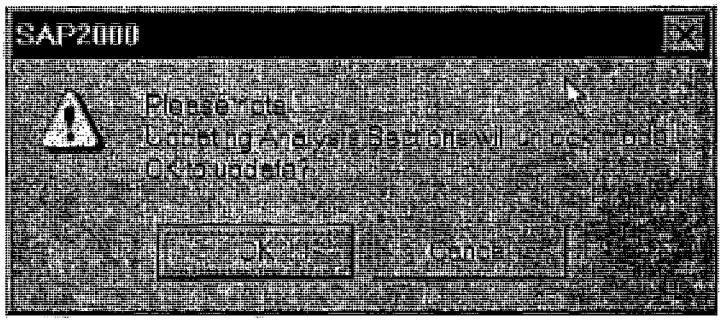
شكل (١٧٦)
أسماء قطاعات العناصر
بعد التغيير

لاحظ أن عملية إعادة تنشيط الشاشة بالطريقة السابقة تقوم بعمل إعادة تنشيط الرسم فقط ولكن تبعا لتغير القطاع لعنصر يترتب عليه تغير فى توزيع الاجـهادات على العنصر والعناصر المرتبطة به بسبب تأثير خصائص القطاع على حل المنشأ (راجع نظرية Finite Elements) لذلك لابد من عمل تعديل لكل المنشأ.

ويتم عمل ذلك بتنفيذ الأمر

Design → Update Analysis Sections

تظهر رسالة تحذير بأن هذه العملية سوف ترفع الحماية عن الملف أي يصبح قابل للكتابة عليه (Unlock) كما بالشكل (١٧٧).



شكل (١٧٧)

نختار

➢ **تعديلات المنشأ**

حتى هذه المرحلة تم تحليل المنشأ فى صورة بسيطة تحـت تـأثير حـالتى التحميل (Dead , EQ) و قطاعات قياسية محددة وسوف يتم الآن إدخال بعـض التعديلات على المنشأ بإدخال حالتي تحميل إضافيتين وتعديل القطاعات التصميمية، وذلك على النحو التالي:

- إدخال حالات تحميل جديدة

لاحظ أن وحدات القوى المستخدمة بالمثال هي Kip-ft نعيد اختيارها ثم ننفذ الأمر

Define →

- *نعدل حالة التحميل السابقة Dead بأن نجعل خصائصها كما يلى:*

Load	DEAD
Type	DEAD
Self weight multiplier	0

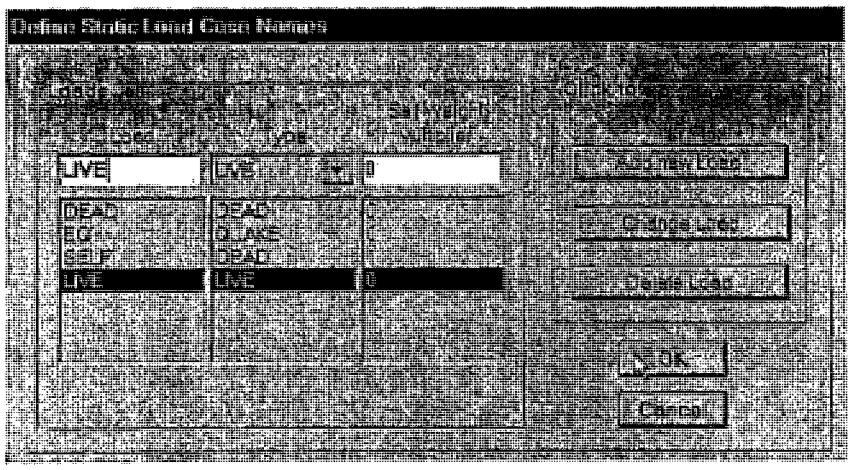
- *نضيف الحالة الجديدة تحت اسم Self وخصائصها كما يلى:*

Load	SELF
Type	DEAD
Self weight multiplier	1

- *نضيف الحالة الجديدة الاخرى تحت الاسم Live وخصائصها كما يلى:*

Load	LIVE
Type	LIVE
Self weight multiplier	0

فيبدو مربع محادثة Define Static Load كما بالشكل (١٧٨) .



شكل (١٧٨) إضافة حالات تحميل جديدة

نضغط OK لقبول القيم الجديدة

- **تخصيص حالات التحميل الجديدة**

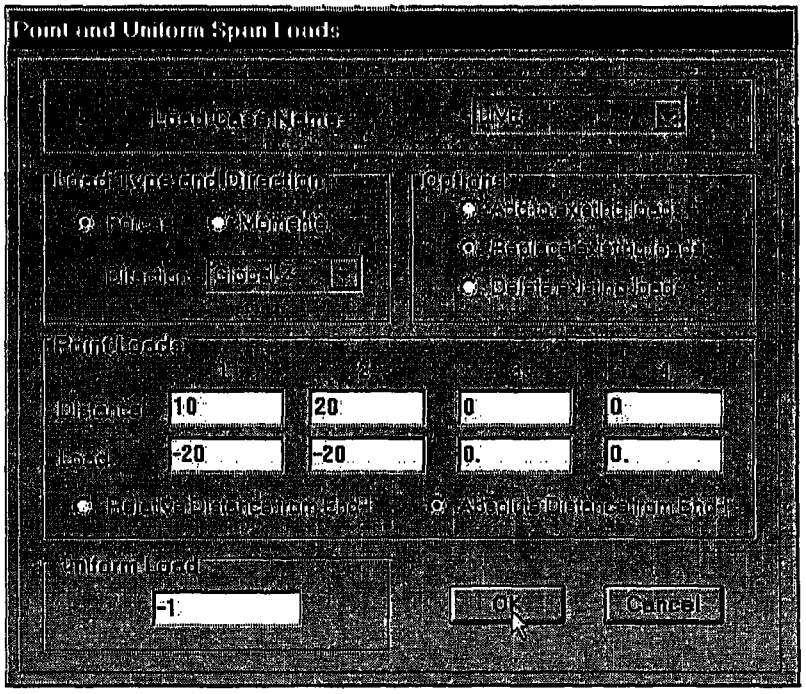
نختار العناصر الأفقية (Beams) ثم ننفذ الأمر

Assign → Frame Static Loads → Point and Uniform

حيث يظهر مرع الحوار الخاص بتخصيص الأحمال فنختار حالة التحميل Live نحدد الاختيارات والقيم كما بالشكل (١٧٩) ثم اضغط OK

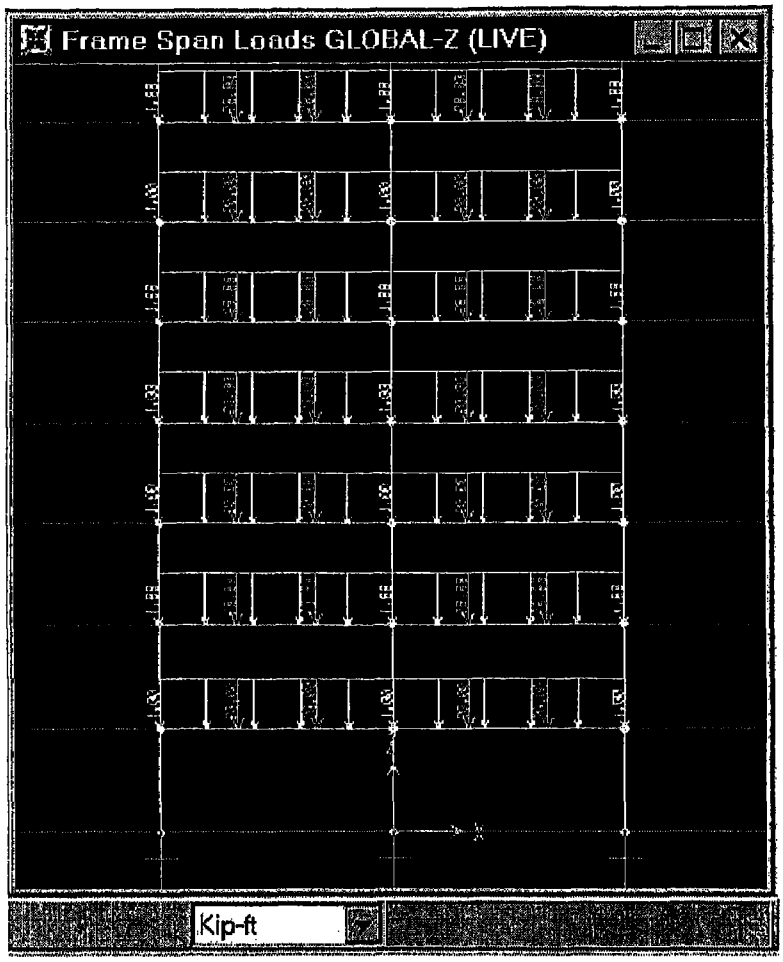
ملحوظة:

- ندخل حالات التحميل منفصلة ويقوم البرنامج بعمل دمج لحالات التحميل أوتوماتيكيا (Combining Loads) بالإضافة إلى حالات التحميل المجمعة التى نقوم بتعريفها .
- لم نخصص الحالة SELF حيث أن البرنامج يضيف إليها أحمال المنشأ الذاتية فقط .



شكل (١٧٩) إدخال قيم أحمال حالة التحميل Live

لاحظ أنه فى هذه الحالة تم اختيار Replace existing loads لأنها حالة مستقلة للتحميل ولكي لا تضاف إلى قيم حالة Dead ولكن يمكن الدمج بين هذه الحالات كما أنه تم استخدام الأبعاد المطلقة (مقياس طول وليس نسبة من طول العنصر) بعد الانتهاء من إدخال الأحمال يبدو شكل المنشأ كما بالشكل (١٨٠).

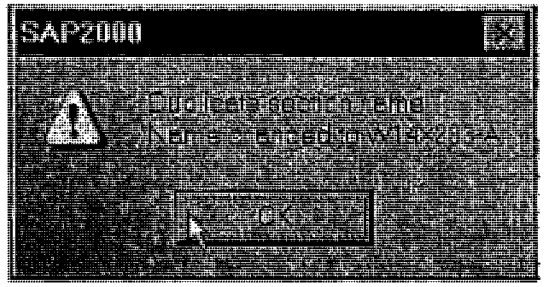


شكل (١٨٠) الأحمال المضافة فى حالة التحميل Live

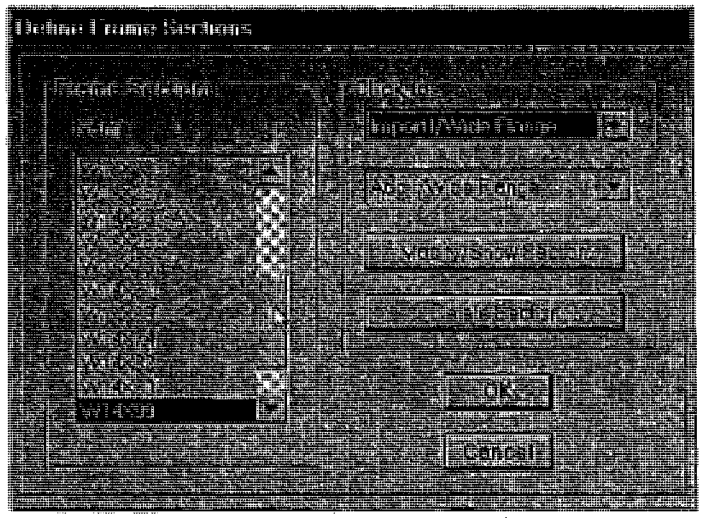
- **تعريف قطاعات جديدة للعناصر**

تذكر أننا أدخلنا فى نفس المثال مجموعة من القطاعات والان بنفس الطريقة نختار مجموعة أخري من الملف Sections.pro فى هذه الحالة قد يتكرر اختيار قطاع مرتين فتظهر رسالة كما بشكل (١٨١) تفيد بتكرار القطاع وأن القطاع المتكرر سوف يتم اضافتة بالاسم الأصلي مضاف إليه الحرف A كمثال W 14X163-A كما بالشكل (١٨٢).

ونحذف هذه القطاعات المتكررة باختيارها والضغط على Delete Section



شكل (١٨١) رسالة تكرار القطاعات المعرفة



شكل (١٨٢) تعريف القطاعات الجديدة

- **عمل مجموعات اختيار قطاعات أوتوماتيكية**

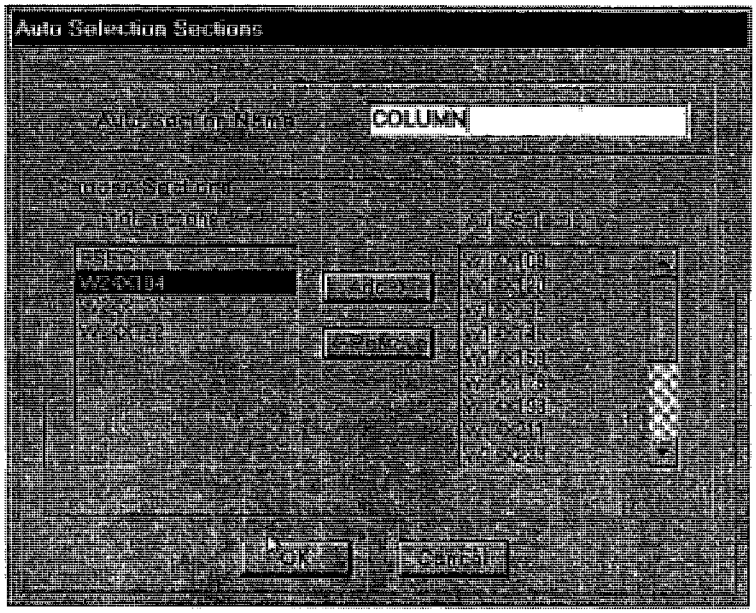
يمكن بهذه الخاصية اختيار مجموعة من القطاعات ووضعها تحت اسم معين ويختار البرنامج القطاع المناسب لهذا العنصر أثناء التصميم أوتوماتيكيا من بين هذه المجموعة ويتم عمل ذلك كما يلى:

١) من قائمة Add فى شكل (١٨٢) نختار Add Auto Select كما فى شكل (١٨٣).

شكل (١٨٣) إضافة مجموعة اختيار قطاعات

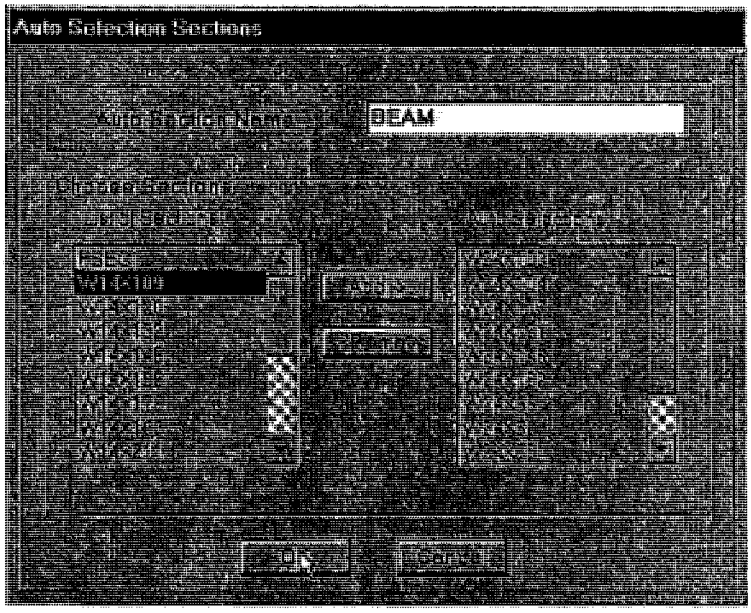
٢) يظهر مربع محادثة كما بالشكل (١٨٤) حيث يتم عن طريقه تحديد مجموعات القطاعات واسم المجموعة.

٣) ندخل القطاعات المطلوب إدخالها فى المجموعة Auto Selections وندخل اسم المجموعة (Column) أمام Auto Selection Name لاحظ انه تم اختيار عناصر الأعمدة W14 شكل (١٨٤) حيث نختار القطاعات من W14X109 إلى W14 X 283.



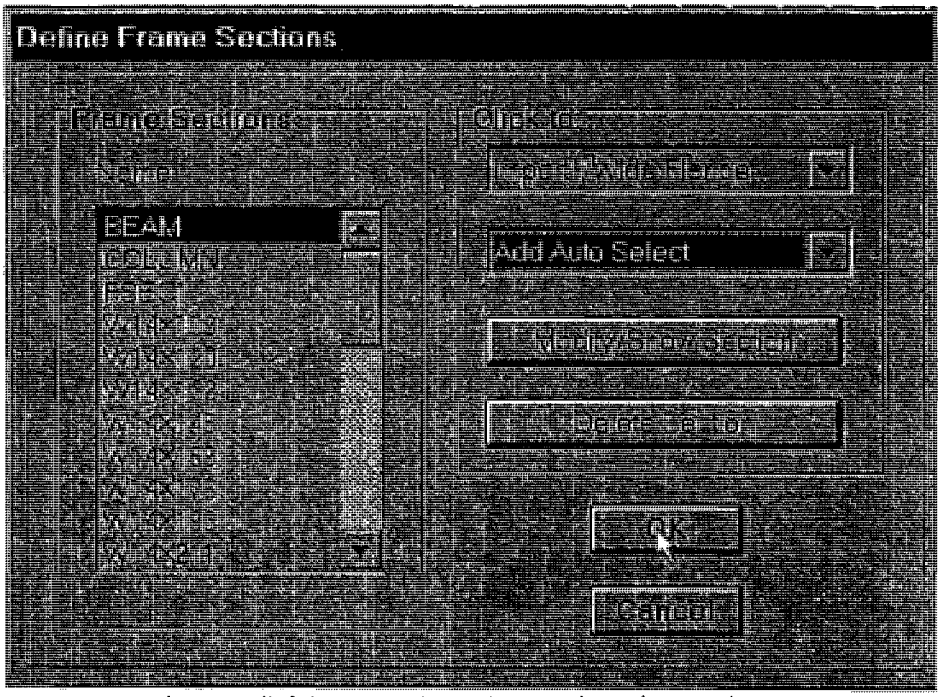
شكل (١٨٤) إدخال مجموعة قطاعات Column

نكرر نفس الخطوات باختيار مجموعة قطاعات باسم Beam وتشمل القطاعات من W24 فقط كما بالشكل (١٨٥)



شكل (١٨٥)
إدخال مجموعة
قطاعات Beam

بعد الانتهاء من تحديد مجموعات الاختيار يبدو مربع محادثة Define Frame Sections كما بالشكل (١٨٦).



شكل (١٨٦) القطاعات المعرفة بعد إضافة المجموعات

لاحظ ظهور القطاعين COLUMN , BEAM كأسماء من أسماء القطاعات

- **تخصيص القطاعات الجديد ة للعناصر**

نختار عناصر الأعمدة ثم ننفذ الأمر

Assign → Frame → Sections

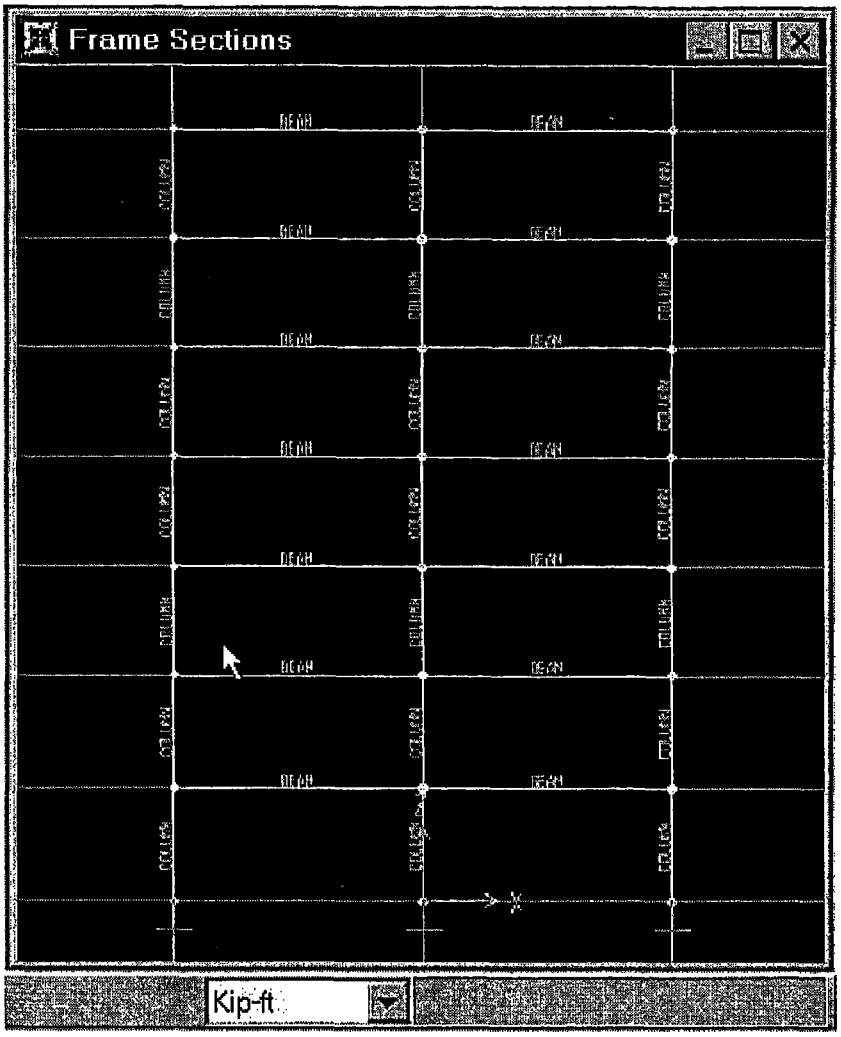
نختار اسم القطاع COLUMN ثم نضغط OK

نختار عناصر الكمرات (Beams) ثم ننفذ الأمر

Assign → Frame → Sections

نختار اسم القطاع BEAM ثم نضغط OK

يبدو المنشأ كما بالشكل (١٨٧) حيث يتم عرض أسماء العناصر الجديدة.



شكل (١٨٧) إضافة أسماء القطاعات الجديدة

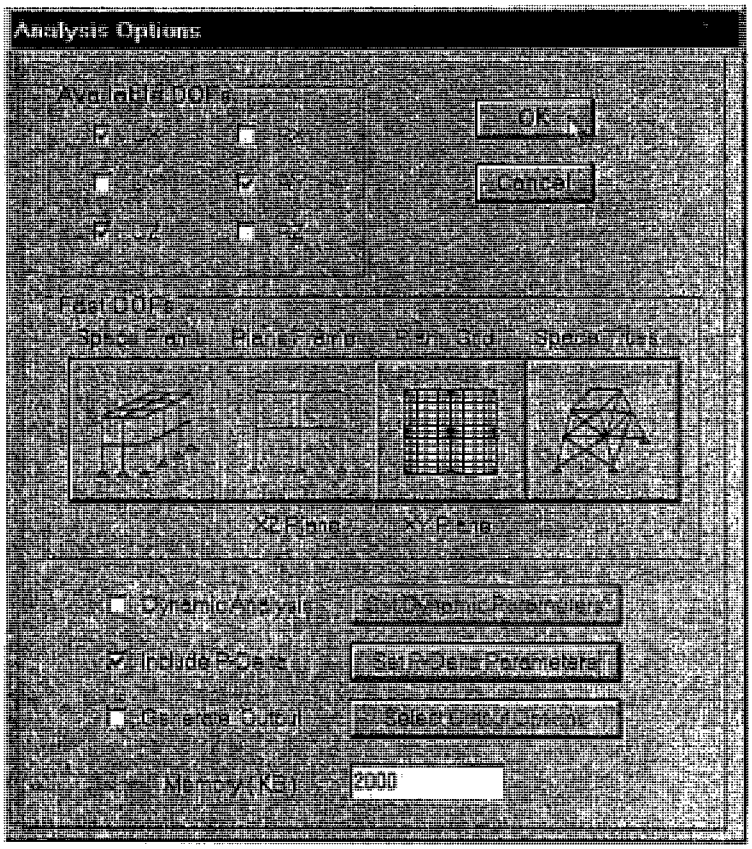
- **إعادة حل المنشأ على الوضع الجديد**

فى هذه سوف ندخل معامل جديد فى الحل وهو P-Delta (راجع باب الأساسيات) وهى للتذكرة معامل يأخذ فى الاعتبار تأثير الاستطالات الناتجة عن القوى فى توليد اجهادات داخلية للمنشأ ويتم حسابها عند الحاجة إلى نتائج اكثر دقة.

ولعمل ذلك ننفذ الأمر

Analyze → Set Options

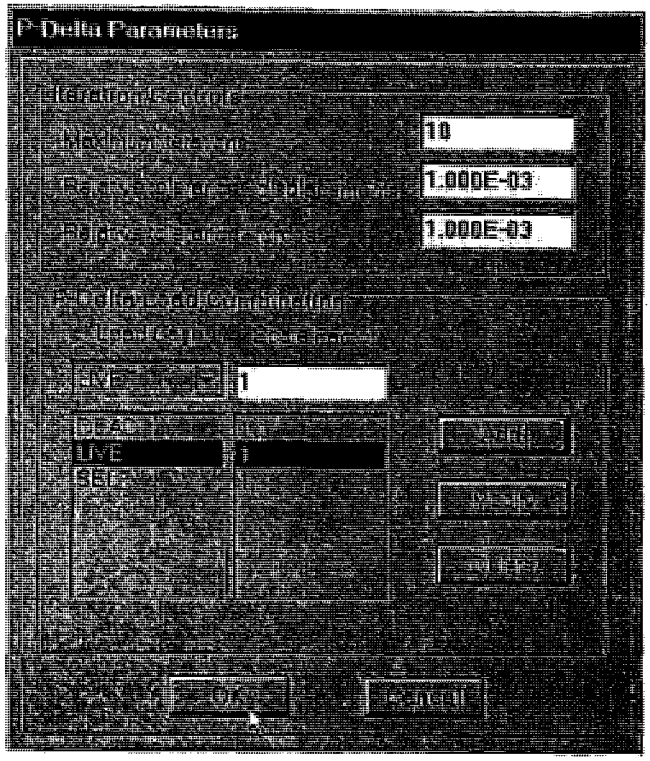
حيث يتم عرض مربع محادثة بالشكل (١٨٨) حيث نختار ☑ Include P-Delta



شكل (١٨٨) خيارات التحليل

- لاحظ فى شكل (١٨٨) ظهور درجات الحرية (Degree Of Freedoms) مازالت كما تم تحديدها من قبل .

ثم فى شكل (١٨٨) نضغط Set P-Delta Parameters... لكي نحدد مواصفات المعامل P-Delta حيث يظهر مربع محادثة كما بالشكل (١٨٩).



شكل (١٨٩) تحديد مواصفات P-Delta

فى المربع شكل (١٨٩) يتم تحديد الآتي:

- ***Maximum Iterations***

هو عدد مرات إعادة حسابات المنشأ لإدخال تأثير التشكلات.

- ***Relative Tolerance - Displacements***

السماحة النسبية للاستطالات (أي مدى الاستطالة المسموح به لكي لا نعتبره مؤثر على الاجهادات) .

- ***Relative Tolerance - Forces***

السماحة النسبية للقوى الداخلية (أي مدى القوى الداخلية الناتجة من التشكلات التي عندها يهمل تأثير التشكلات).

- ***P-Delta Load Combination***

ندخل حالات التحميل المطلوب حساب تاثير الاستطالات الناتجة عنها ونلاحظ أن هذه الحالات هى غالبا التى ينتج عنها استطالات كبيرة لاحظ استبعاد حالة EQ لأنه لا ينتج عنها استطالات كبيرة.

ندخل البيانات كما بالشكل (١٨٩) ثم نضغط OK وفى مربع حوار Analyze Options شكل (١٨٨) نضغط OK

ولبدء الحسابات ننفذ الامر

Analyze → Run

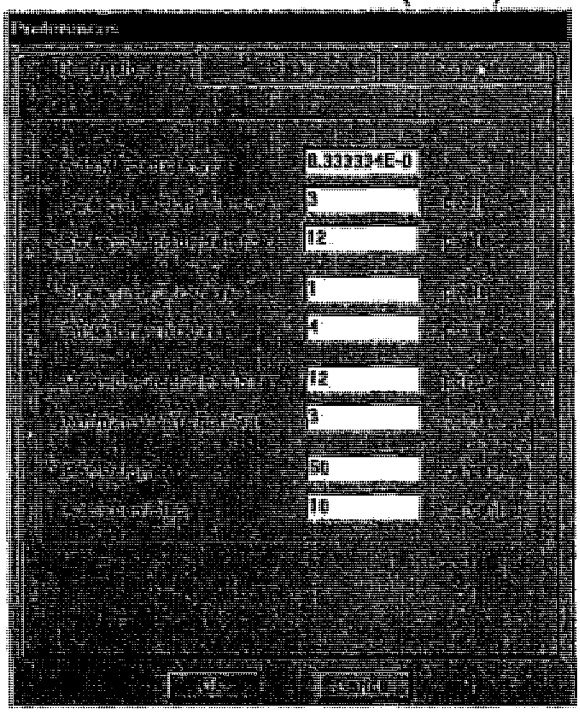
فيتم البدء فى عملية الحسابات.

عملية التصميم

قبل التصميم فى هذه المرة سوف نتعرض لطريقة التحكم فى معاملات التصميم بتنفيذ الامر .

Options → Preferences

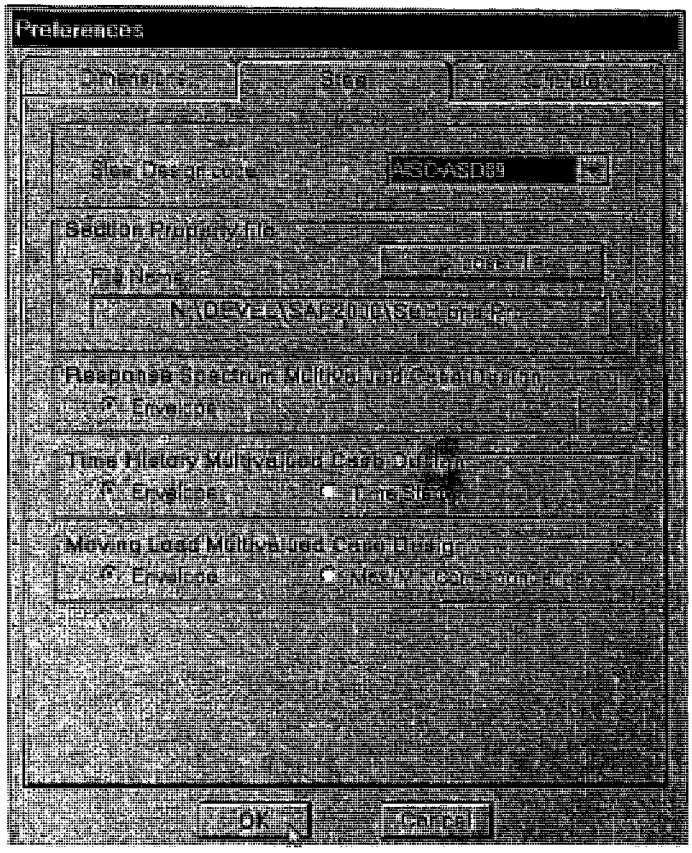
حيث يظهر مربع حوار كما بالشكل (١٩٠)



شكل (١٩٠)
معاملات التصميم

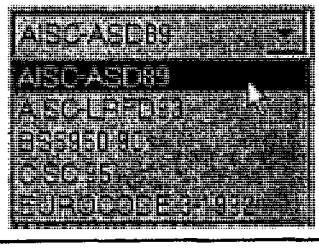
فى شكل (١٩٠) نضغط على Steel لتغيير معـــاملات تصميـــم المنشـــأت المعدنية

حيث يبدو مربع الحوار كما بالشكل (١٩١).



شكل (١٩١) معاملات التصميم للمنشأت المعدنية

من مربع الحوار السابق يمكن التحكم فى كود التصميم المستخدم بالضغط على نافذة Steel Design Code حيث يتم عـــرض كـــل ال Design Codes المتاحة كما بالشكل (١٩٢).



شكل (١٩٢) Design Codes

بعد اختيار كود التصميم نضغط OK

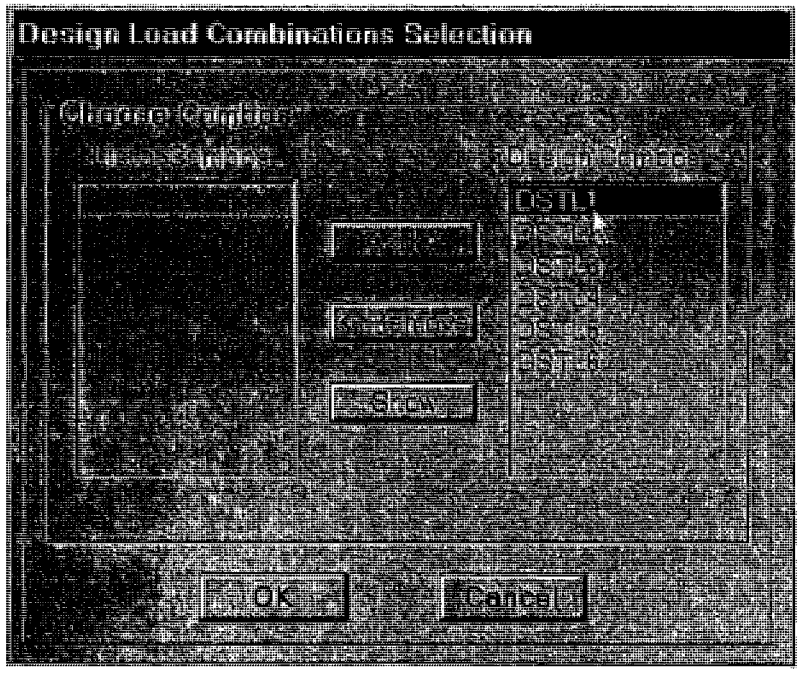
- قبل البدء فى التصميم أيضا يتم اختيار حالات التحميل المجمعة (Load Combinations) والتي يتم تكوينها بواسطة البرنامج من حالات التحميل المدخلة فى المشروع .

- يتم ذلك بتنفيذ الأمر

Design → Select Design Combos

حيث يظهر مربع محادثة كما بالشكل (١٩٣) ويحتوى على حالات التحميل المجمعة ولعرض هذه الحالات نحدد الحالة ثم نضغط Show مع ملاحظة انه يمكن تعريف حالات جديدة غير الحالات المعرفة عن طريق البرنامج بتنفيذ الأمر.

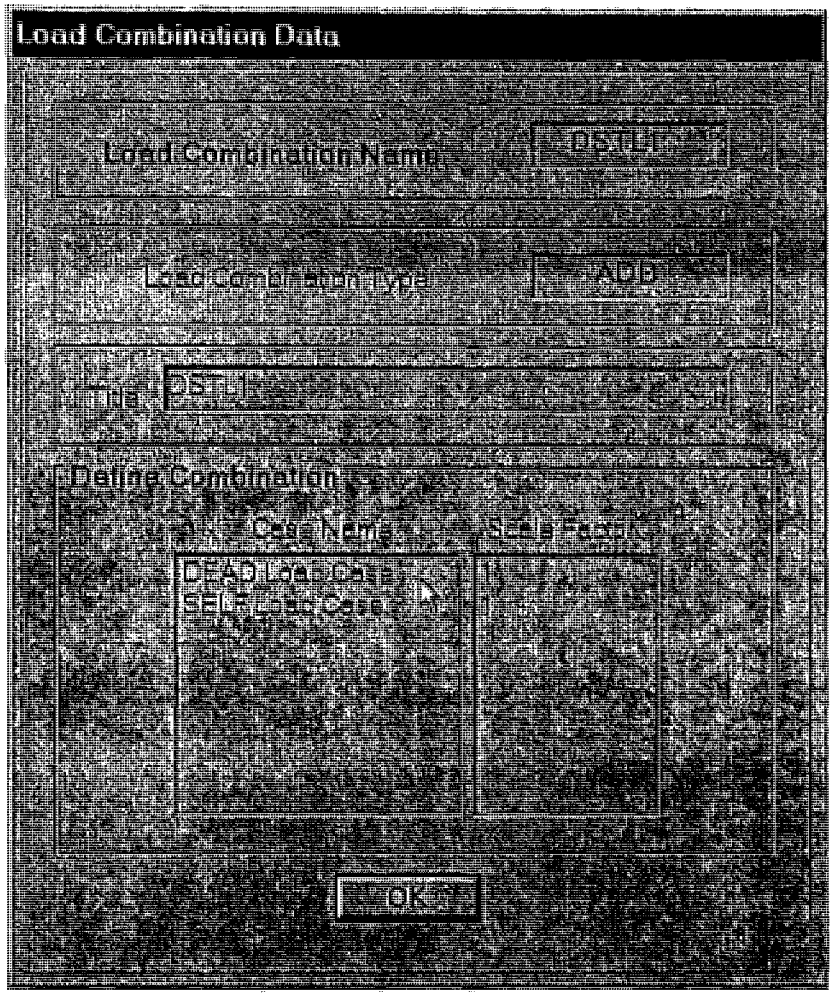
Define → Load Combinations



شكل (١٩٣) Display Load Combinations

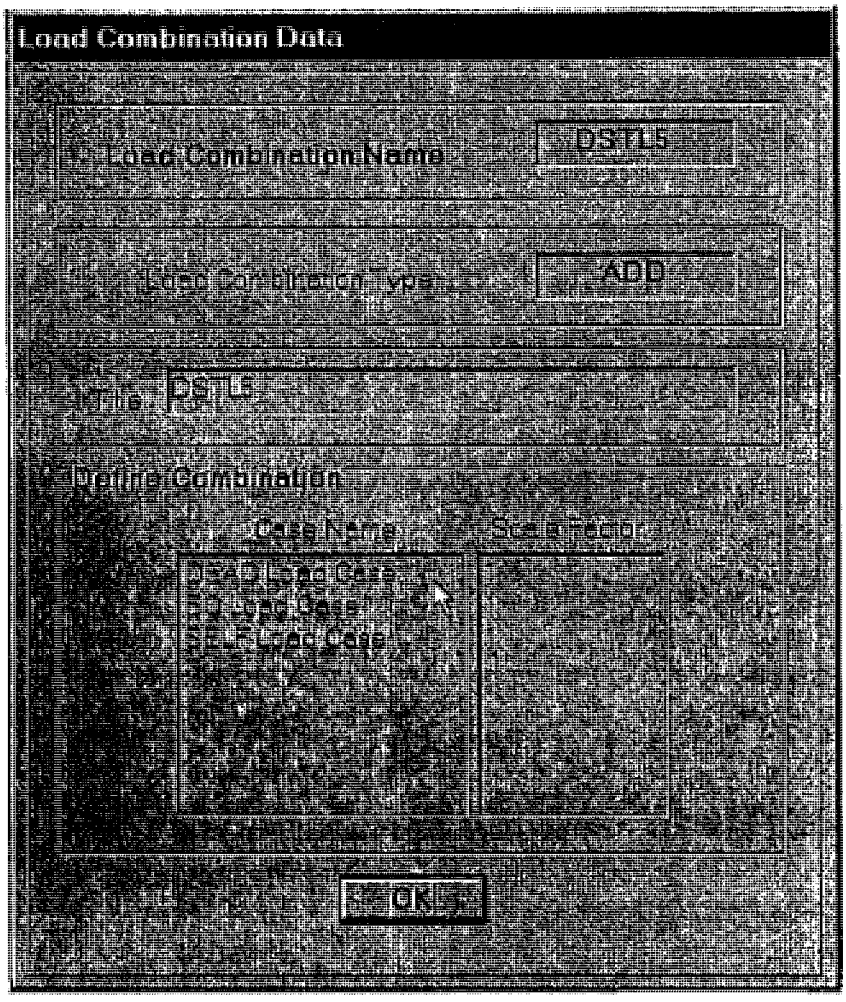
لاحظ أنه في مربع الحوار السابق يوجد قائمة حالات التحميل List of Combos لعرض حالات التحميل المجمعة وقائمة Design Combos لعرض حالات التحميل المستخدمة فى التصميم.

يمكن التبديل بين القائمتين باستخدام Add و Remove



شكل (١٩٤) حالة التحميل المجمعة DSLT1

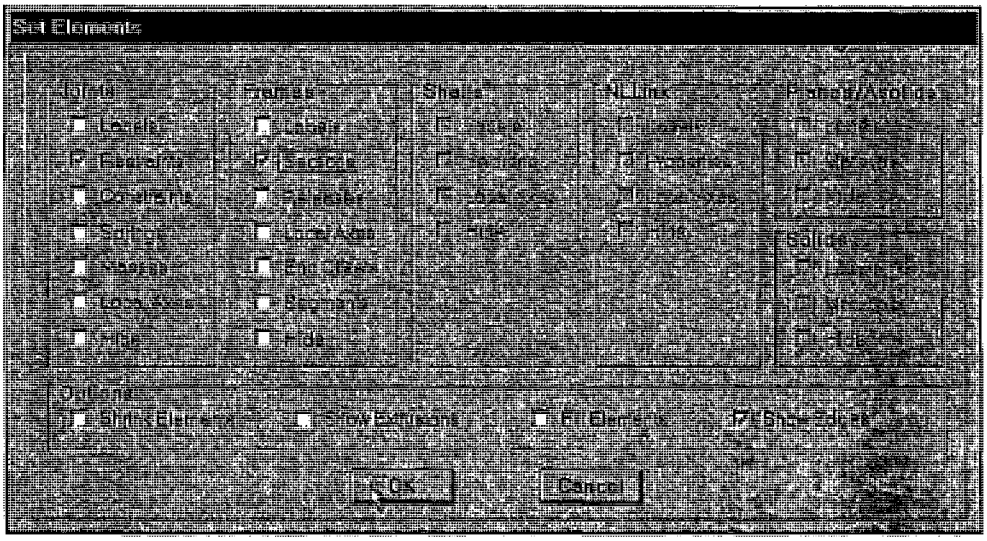
هذه الحالة متكونة من تجميع حالتى DEAD Load Case مضروبة × ١ مع حالة التحميل SELF مضروبة × ١.



شكل (١٩٥) حالة التحميل المجمعة DSTL5

تتكون الحالة السابقة من تجميع الحـــالات (DEAD , EQ , SELF)
وهكذا يتم عرض الحالات المجمعة الممكنة مثل (DEAD , SELF , LIVE)
(DEAD , SELF , EQ , LIVE) ولبدء عملية التصميم ننفذ الأمر

بعد الانتهاء من عملية التصميم يعرض البرنامج قيم نسب الاجهاد القصـــوى لكل عنصر ولعرض أسماء القطاعات على الرسم نضغط على الأيقونة ⊠ يظهر مربع الحوار بالشكل (١٩٦).



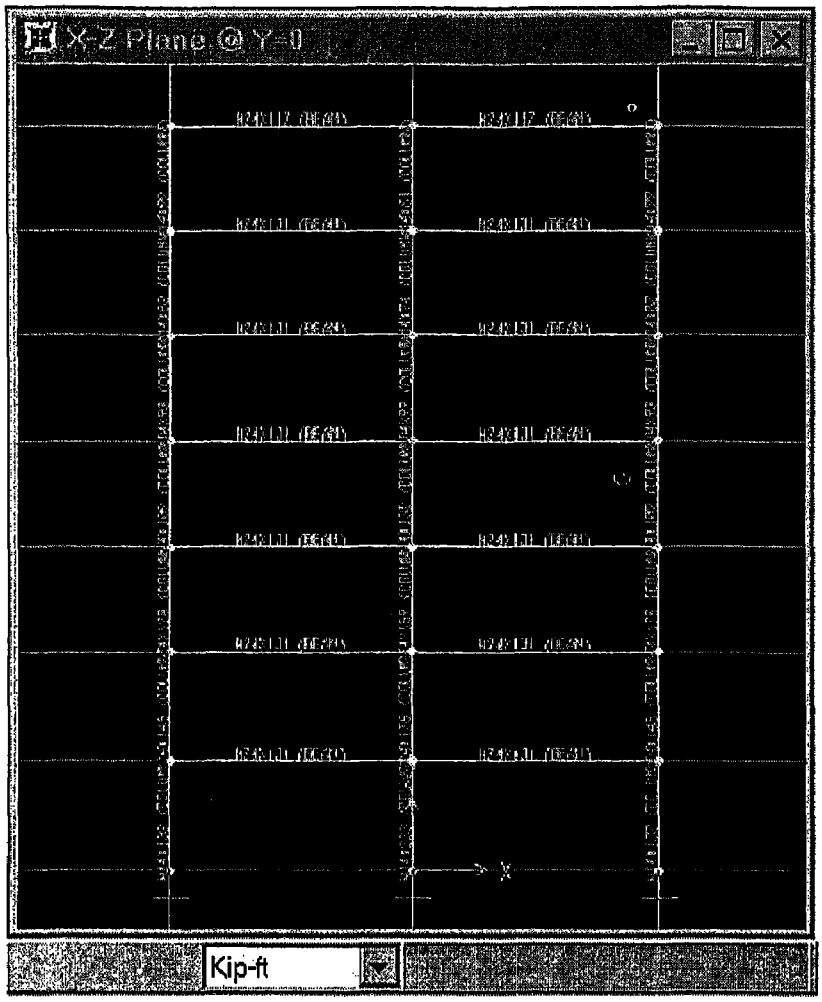
شكل (١٩٦) اختيار العناصر المعروضة على الرسم

نختار في نافذة Frame الاختيار Sections لعرض القطاعات التصميمية.

يمكن من خلال هذه الاختيارات عرض كل بيانات المنشأ على الرسم مثل:

- عرض أرقام النقاط باختيار Labels من نافذة Joints.
- عرض أرقام العناصر باختيار Labels من نافذة Frames.

بعد تحديد بيانات مربع الحوار كما بالشكل (١٩٦) يتم عرض المنشأ كما بالشكل (١٩٧).



شكل (١٩٧) قطاعات المنشأ التصميمية

- **تعديل خواص القطاعات**

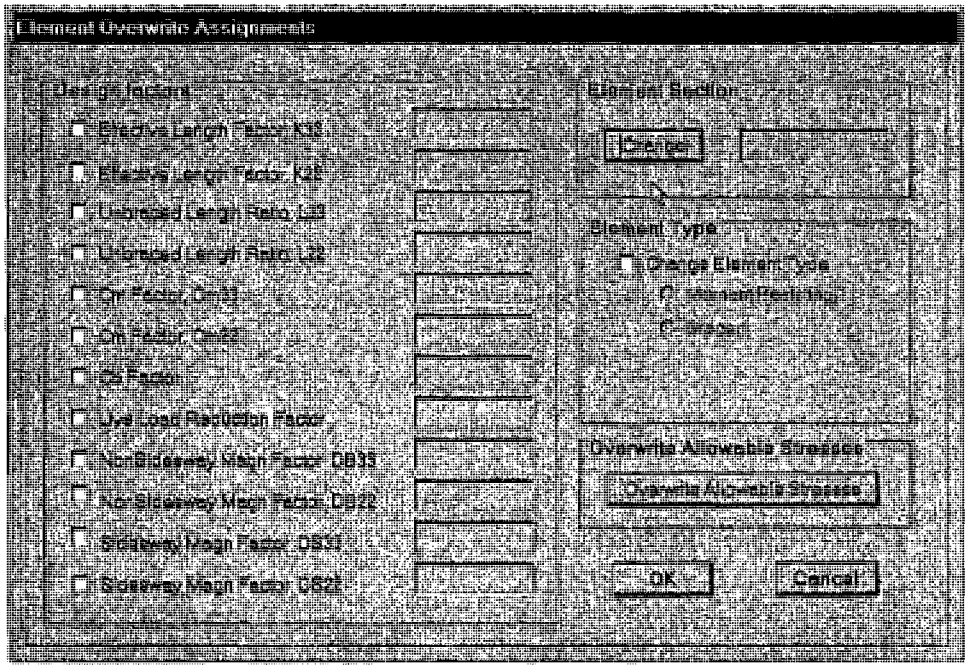
نلاحظ فى المنشأ وجود حملين مركزين فى ثلثي بحر العنصر وهذا يكـــون ناتج من كمرات عرضية مرتكزة على العنصر وهذا الاتصال يعطـــى الكمـرات الرئيسية تدعيم جانبي ويقلل من Buckling Length فى اتجاه المحـور المحلـى (٢ - ٢) للحصول على نتائج اكثر دقة ندخل هذا المعامل فى عملية الحســابات كما يلي:

- نختار عناصر الكمرات فى جميع الأدوار .

- ننفذ الأمر

Design → ReDefine Element Design Data

يظهر مربع حوار شكل (١٩٨)

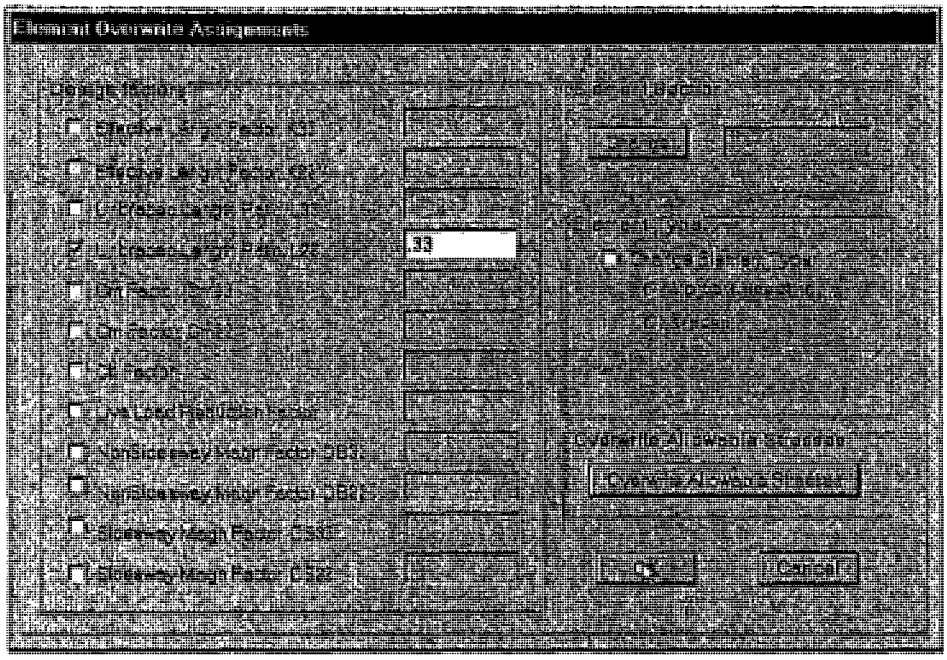


شكل (١٩٨) تغيير البيانات التصميمية لعنصر

نختار من شكل (١٩٨) Unbraced Length Ratio,L22.

ثم ندخل أمامه القيمة ٠,٣٣ هذا يعنى أن العنصر به تدعيم عند ثلثى العنصر.

ويبدو مربع الحوار كما بالشكل (١٩٩).



شكل (١٩٩)

بعد التعديل السابق لابد من إعادة الحسابات بتنفيذ الأمر

Design → Update Analysis Sections

ملحوظة:

- *إضافة قطاع مستطيل*

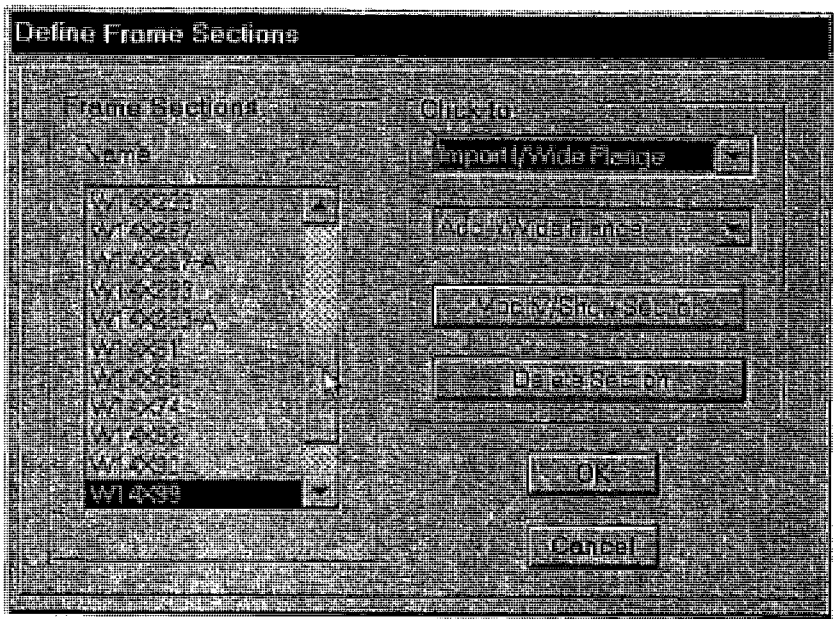
رغم أننا لم نستخدم فى هذا المثال قطاع مستطيل إلا أننا دائما نبحث عن هـــذا القطاع لكثرة استخدامه ولإضافة قطاع مستطيل نتبع الآتي:

نفذ الأمر

Define → Frame → Sections

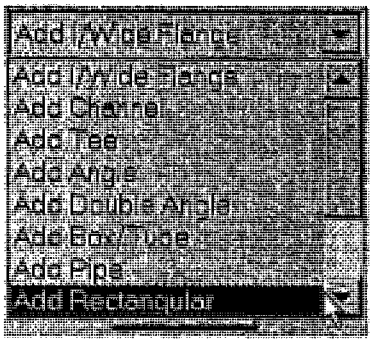
من مربع الحوار بشكل (١٩٩-أ) نضغط .

Add Rectangular



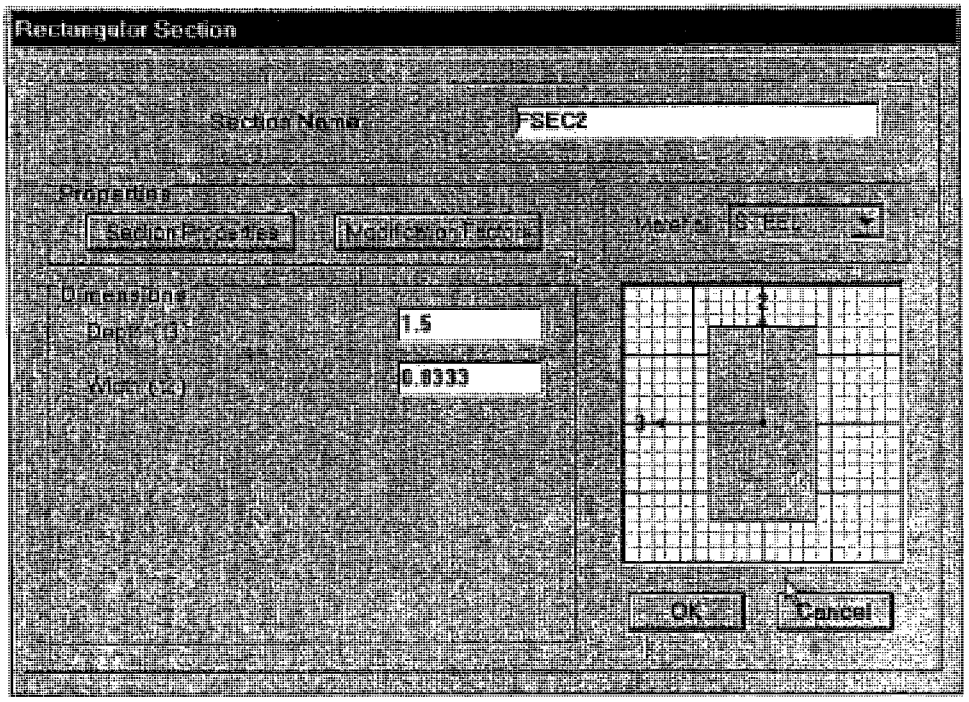
شكل (١٩٩-أ) إدخال قطاعات العناصر

عند الضغط فى نافذة Add



شكل (٢٠٠) اختيار عنصر مستطيل

حيث يظهر مربع حوار لإدخال بيانات القطاع كما بالشكل (٢٠١).



شكل (٢٠١) بيانات قطاع مستطيل

ندخل بيانات القطاع ثم نضغط حيث نحدد اسم القطاع و عرضـــه وعمقـــه ونوع المادة ويقوم البرنامج بحساب الخواص للقطاع.

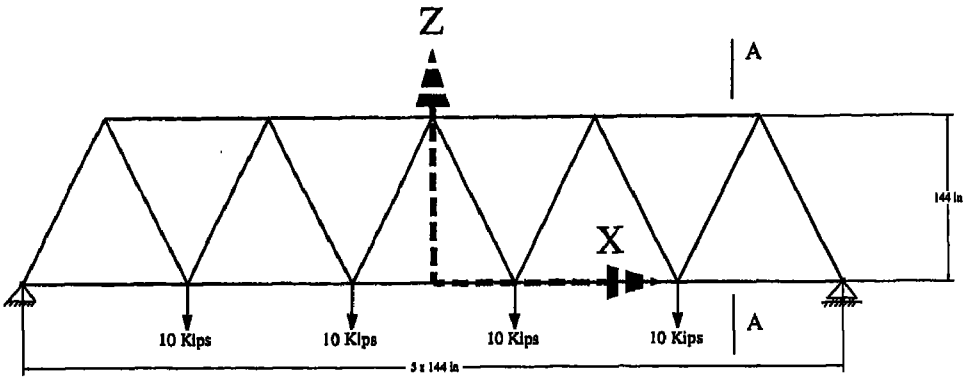
ثم نضغط

المثال الثانى

2D - Truss

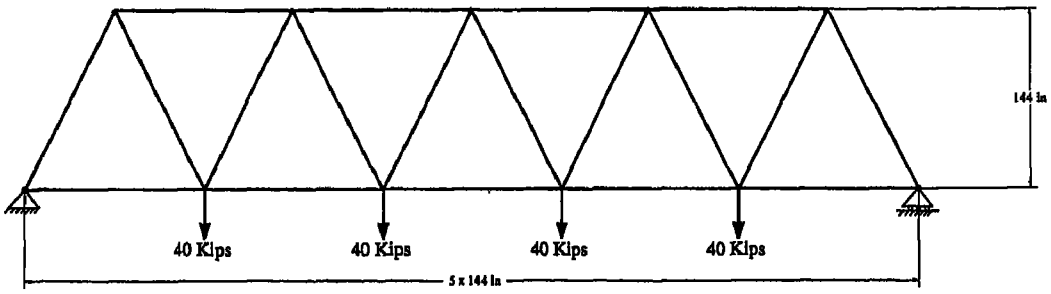
EXAMPLE 2: 2D-Truss

يتم خلال هذا المثال تحليل وتصميم منشأ جمالوني ثنائي الأبعاد، والأشكال رقم (٢٠٢)، (٢٠٣) توضح شكل وأبعاد المنشأ والأحمال الواقعة عليه:



Dead Load Case

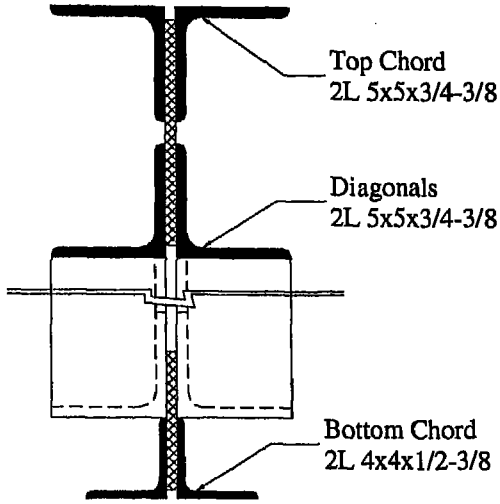
شكل (٢٠٢) حالة التحميل LOAD1



Live Load Case

شكل (٢٠٣) حالة التحميل LOAD2

والشكل التالي - شكل رقم (٢٠٤) يوضح قطاعات عناصر المنشأ العلوية والسفلية والمائلة:



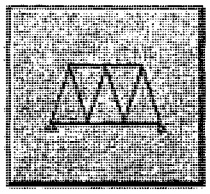
شكل (٢٠٤) قطاع (A - A)

- يتم بداية تحديد الوحدات المستخدمة لتحديد الأبعاد والأحمال وخواص المواد، وهي نفس الوحدات التي سيتم إخراج النتائج بها:

- يتم بعد ذلك إدخال منشأ جديد وذلك من خلال الأمر

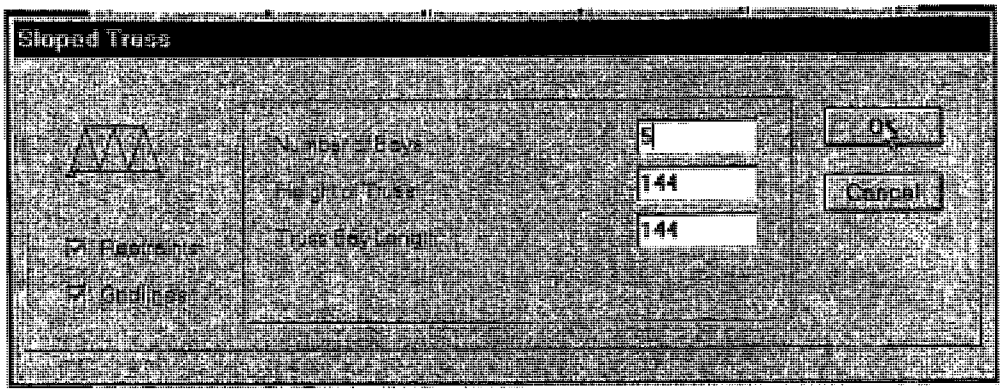
File → New Model from Template

ويتم اختيار الجمالون ثنائي الأبعاد 2D Truss



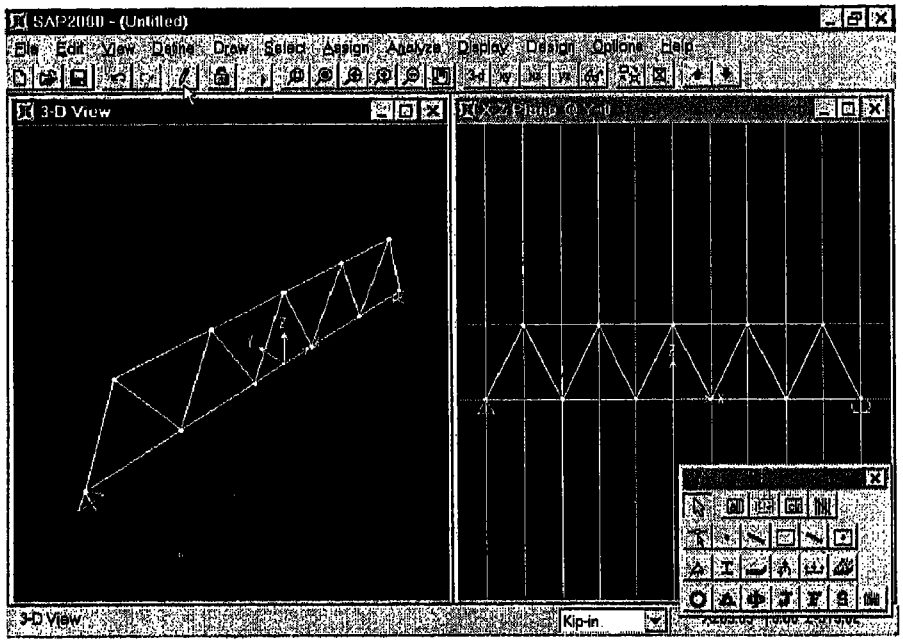
فيظهر مربع حوار كما بالشكل (٢٠٥) فندخل بيانات المنشأ كما يلي:

Number of bays	= 5
Bay width	= 144 in
Truss Height	= 144 in



شكل (٢٠٥) إدخال بيانات المنشأ الجديد

بعد ذلك يتم عرض المنشأ في نافذتي الشاشة إحداهما ثنائي الأبعاد والأخرى ثلاثي الأبعاد كما بالشكل (٢٠٦):



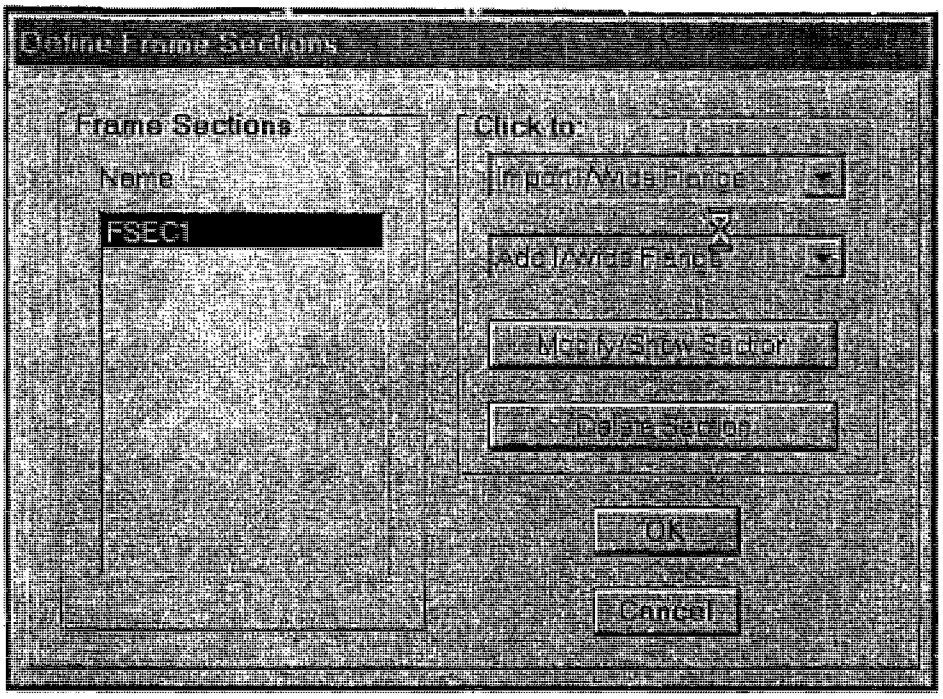
شكل (٢٠٦) عناصر المنشأ

- تعريف قطاعات المنشأ :

يتم تعريف قطاعات المنشأ من خلال الأمر الخاص بالقطاعات Sections المتفرع من أمر العناصر الإطارية Frame من قائمة التعريف Define

Define → Frame → Sections

حيث يظهر مربع حوار لإدخال قطاعات العناصر كما بالشكل (٢٠٧):



شكل (٢٠٧) تعريف قطاعات المنشأ

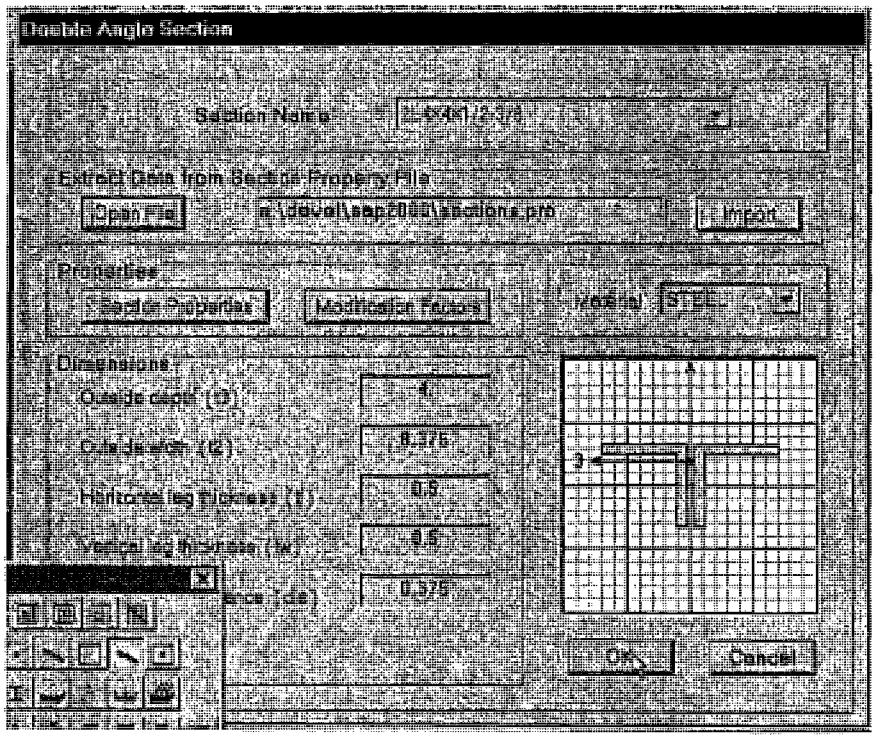
لتعريف قطاعات جديدة

- من قائمة الإدراج Import يتم اختيار Import Double Angle
- يظهر مربع حوار لإدخال ملف قاعدة البيانات فيتم اختيار ملف قاعدة البيانات الخاص بالبرنامج Sections.pro.

- يظهر مربع حوار يحتوى على قطاعات Double Angle المتاحة بهذا الملف فيتم اختيار القطاعين المطلوب تعريفهم كما هو واضح بالقطاع الخاص بالمنشأ - شكل (٢٠٤) وهم:

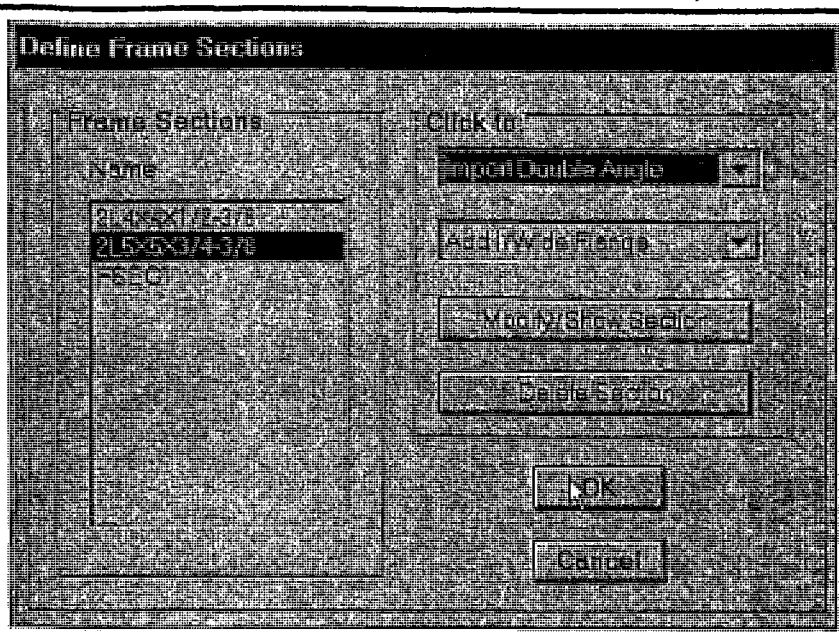
(2L 5x5x3/4-3/8 , 2L 4x4x1/2-3/8)

- ويمكن من خلال نفس القائمة عرض بيانات تفصيلية عن أي قطاع بمجرد النقر عليه بالماوس مرتين Double Click ، وبتجربة ذلك على القطاع 2L 4x4x1/2-3/8 تظهر البيانات بشكل (٢٠٨).



شكل (٢٠٨) بيانات القطاع

- وبعد اختيار القطاعات المطلوبة - شكل (٢٠٩) - وظهورها بالنافذة تبدأ مرحلة تخصيص القطاعات للعناصر.



شكل (٢٠٩)

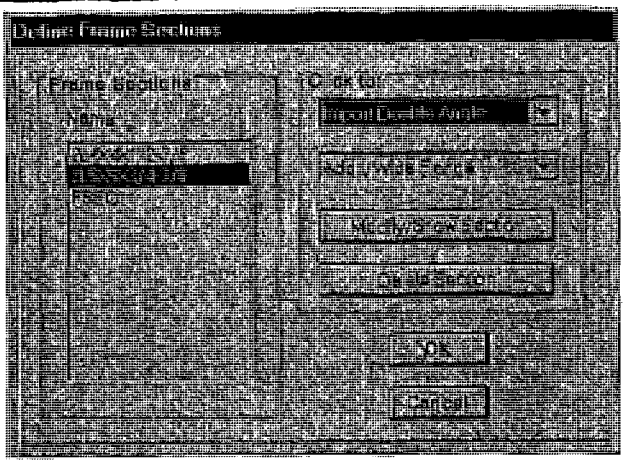
- **تخصيص قطاعات العناصر:**

- يتم اختيار العناصر العلوية للمنشأ Top Chord Members باستخدام نافذة الاختيار - كما ببرنامج الأوتوكاد- ويمكن الاختيار بأسلوب آخر كاستخدام خط يقطع العناصر المطلوبة Intersecting Line ويتم بهذه الطريقة اختيار العناصر المائلة Diagonals .

يتم بعد ذلك التخصيص بالأمر الخاص بالقطاعات Sections المتفرع من أمر العناصر الإطارية Frame من قائمة التخصيص Assign

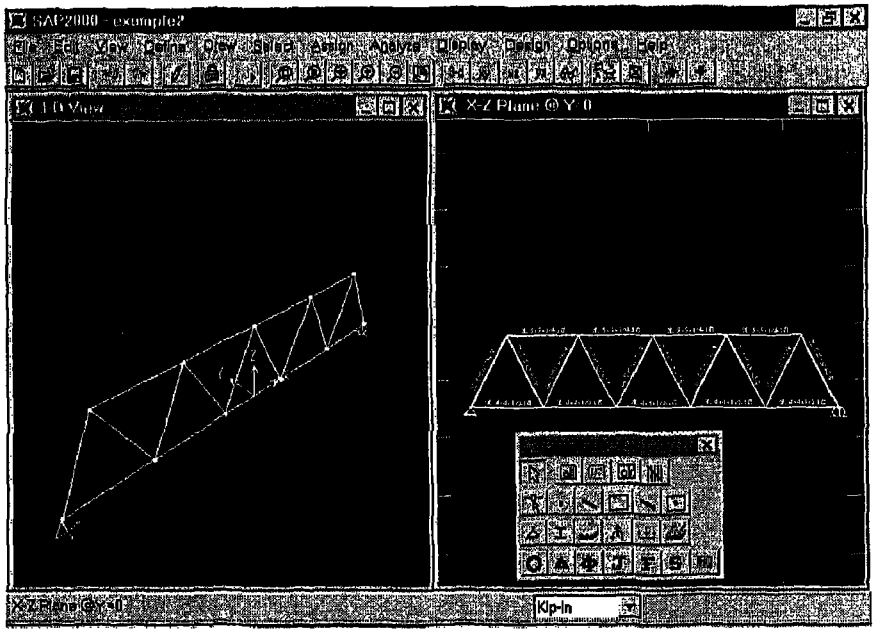
Assign → Frame → Sections

- يظهر مربع حوار - لشكل (٢١٠) لاختيار القطاعات فيتم اختيار القطاع 2L 5x5x3/4-3/8 لهذه العناصر، وبذلك يكون قد تم تخصيص القطاع المذكور للعناصر العلوية والمائلة.



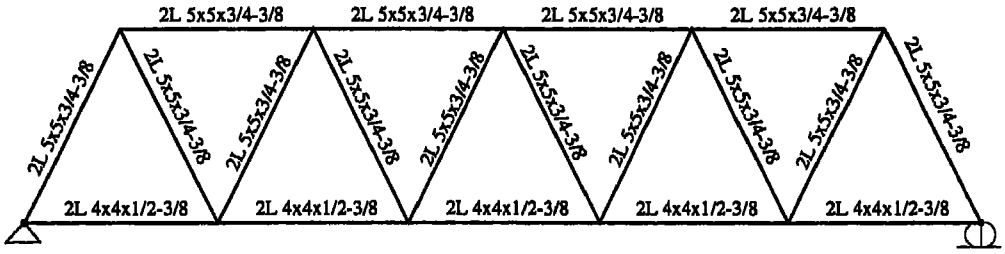
شكل (٢١٠) تخصيص قطاعات العناصر

- يتم بعد ذلك اختيار العناصر السفلية **Bottom Chord Members** باستخدام نـافذة الاختيار ثم تخصيص القطاع 2L 4x4x1/2-3/8 لها كما سبق تماما.
- يبدو المنشأ بعد ذلك وقد تم توقيع أسماء القطاعات على كل عنصر-شكل (٢١١).



شكل (٢١١) شكل المنشأ بعد إضافة القطاعات

قد لا تبدو أسماء القطاعات واضحة فى الشكل (٢١١) ولكنها تتطابق مع أسماء القطاعات فى شكل (٢١٢).



شكل (٢١٢) أسماء القطاعات للمنشأ

- لاستعراض المنشأ بدون أسماء القطاعات يمكن تنفيذ الأمر :

Display → Display Undeformed Shape

ملحوظة:

يمكن تغيير أسلوب عرض المنشأ على الشاشة من خلال بعض المتغيرات داخل الأمر Preferences من قائمة الخيارات Options.

- بعد الانتهاء من تخصيص القطاعات لعناصر المنشأ تأتي مرحلة تحديد الأحمال، ويتم ذلك من خلال قائمة التعريف Define حيث يتم اختيار الأمر الخاص بتحديد الأحمال الإستاتيكية Static Load Cases

Define →

- ***يتم إدخال بيانات حالتين للتحميل بالمواصفات الآتية :***

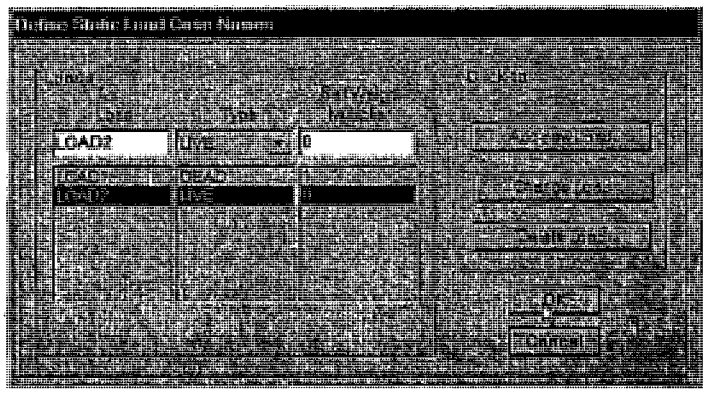
• **الحالة الأولى:** تمثل الحمل الميت مضافا إليه حمل الوزن النوعي للمنشأ.

Load : LOAD1
Type : DEAD
Self-Weight Multiplier : 1

- **الحالة الثانية :** تمثل حالة الحمل الحي فقط بدون وزن المنشأ.

Load : LOAD2
Type : LIVE
Self-Weight Multiplier : 0

- ويتم تعريف حالات التحميل السابقة من خلال مربع الحوار الخاص بتحديد خالات التحميل الإستاتيكية التالي - شكل (٢١٣):



شكل (٢١٣) تعريف حالات التحميل

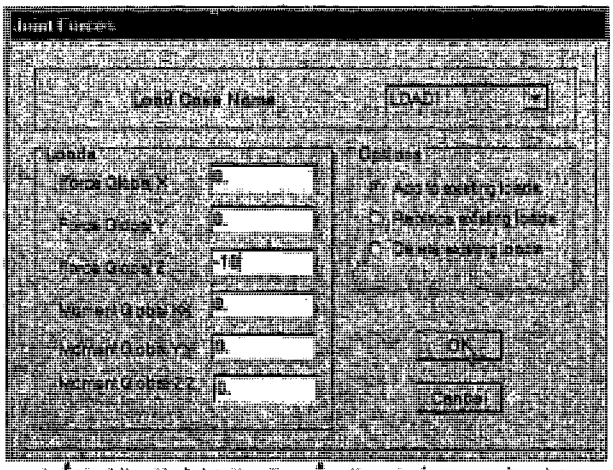
- بعد تحديد حالات التحميل يتم تخصيص الأحمال لعناصر المنشأ، وحيث أن الأحمال المؤثرة على المنشأ الجمالوني بهذا المثال تتركز عند النقاط السفلية فيتم اختيار النقاط السفلية بنافذة الاختيار ثم تخصيص الأحمال كما يلي:

- ***تخصيص حالة التحميل الأولي - Dead Loads :***

- يتم تنفيذ الأمر ننفذ الأمر Forces من Joint Static Loads من قائمة التخصيص Assign:

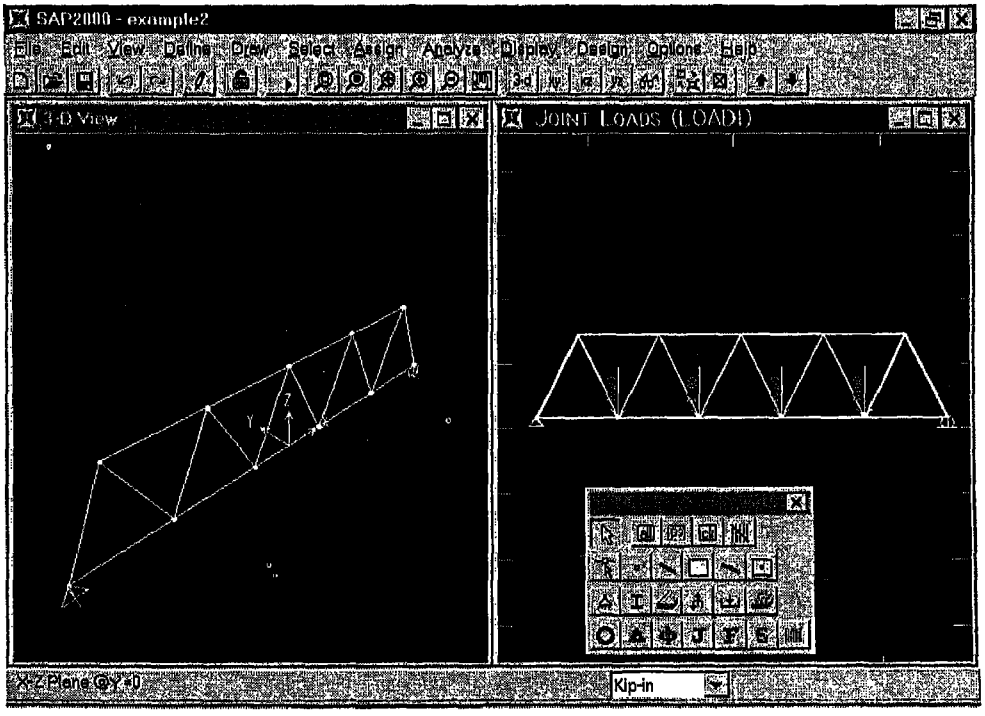
Assign → Joint Static Loads → Forces

- يظهر مربع حوار لإدخال الأحمال للنقط التي تم اختيارها فيتم إدخال قيم الحمل الميت Dead Loads تماما كما هو موضح بالشكل (٢٠٢) وبعد ذلك يبدو مربع الحوار كما يلي- شكل (٢١٤):



شكل (٢١٤) إدخال أحمال النقاط للحالة الأولى

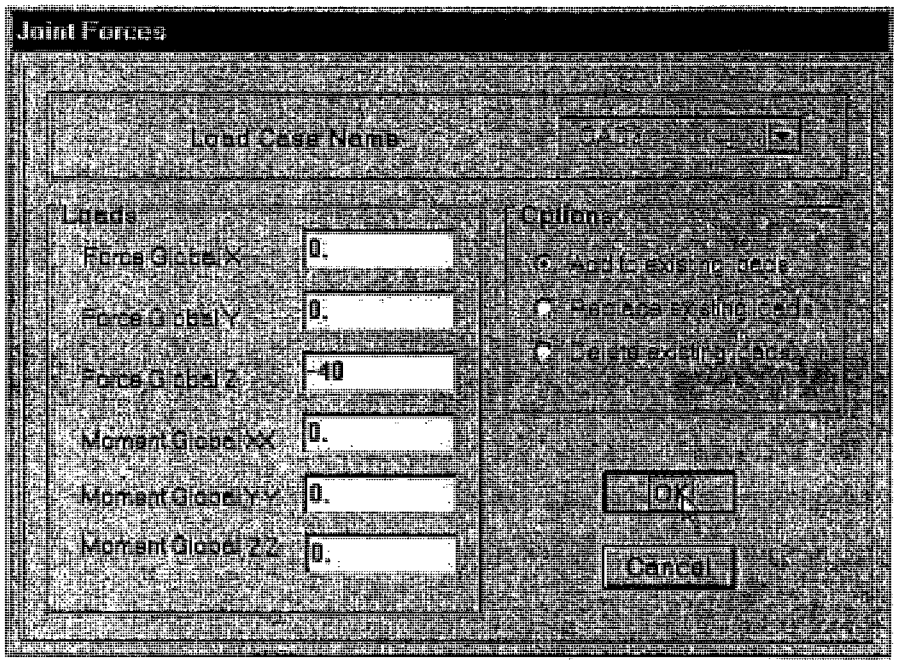
يلاحظ أن القوى المدخلة موجهة في الاتجاه السالب للمحور العام Z وحالـــة التحميل هي الحالة الأولى LOAD1 ويبدو المنشأ كما بالشكل (٢١٥):



شكل (٢١٥) حالة التحميل Load1

- *تخصيص حالة التحميل الثانية - Live Loads :*

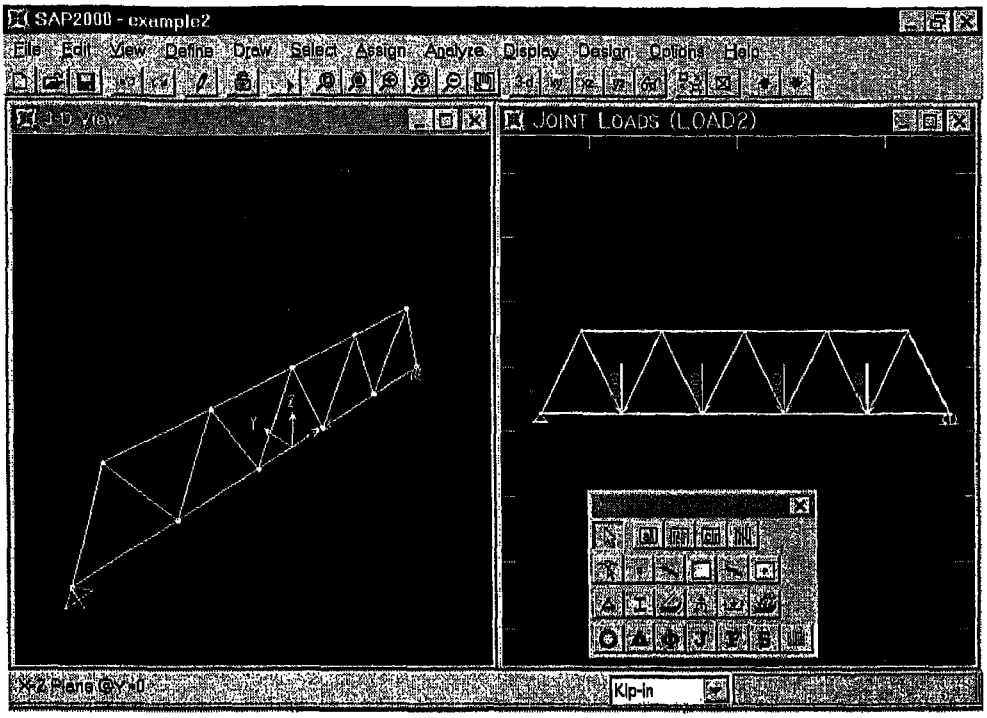
-يتم تكرار نفس الخطوات السابقة مع تغيير اسم حالة التحميل وقيم الأحمال فيظهر مربع الحوار - شكل (٢١٦)، ثم يبدو شكل المنشأ كما بالشكل (٢١٧) :



شكل (٢١٦) حالة التحميل (LOAD2)

-يلاحظ أن حالة التحميل هي: LOAD2 ، تغير قيم الأحمال إلى القيمة ٤٠ في الاتجاه السالب للمحور العام Z.

قيم الأحمال بحالتى التحميل تتطابق مع قيم الأحمال بالشكل (٢٠٢) والشكل (٢٠٣) .

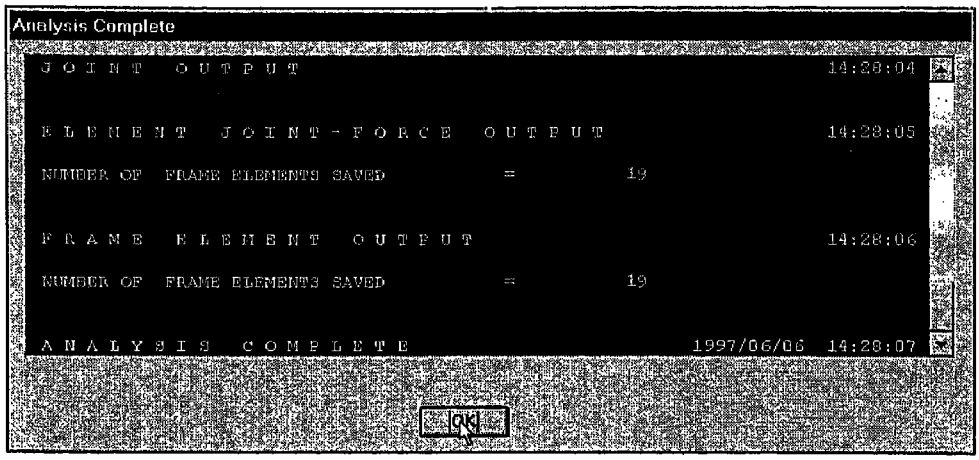


شكل (٢١٧) أحمال حالة التحميل الثانية

○ مرحلة التحليل الإنشائي

- بعد انتهاء عمليات تخصيص القطاعات والأحمال تبدأ عملية التحليل الإنشائي ، ويلاحظ أننا لم نقم بالإدخال خواص المواد لعناصر المنشأ حيث أن العنصر الافتراضي للبرنامج هو الحديد Steel ولا حاجة لتغييره، وكذلك حالات نقاط الارتكاز التي يفترضها البرنامج مناسبة ولا توجد حاجة لتغييرها.

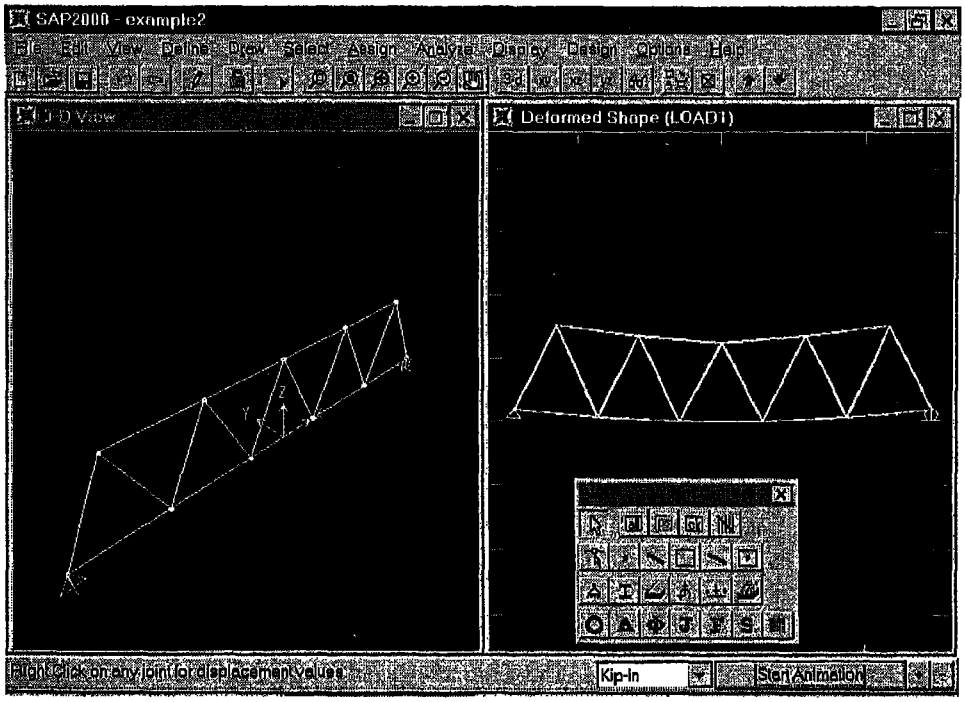
- لبدأ التحليل الإنشائي للمنشأ يتم تنفيذ الأمر Run من قائمة التحليل Analyze فيظهر مربع حوار لاختيار اسم معين لحفظ الملف ويتم حفظه بإسم Truss2.sdb - تظهر بعد ذلك النافذة التالية - شكل (٢١٨) لعرض مراحل تحليل المنشأ على الشاشة .



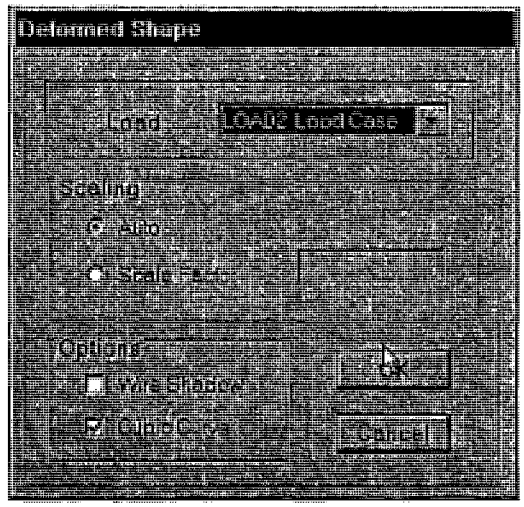
شكل (٢١٨) الانتهاء من عملية الحسابات

- **استعراض شكل المنشأ:**

- بعد انتهاء عملية التحليل الإنشائي يقوم البرنامج بعرض شكل المنشأ والتشكلات Deformations الحادثة له تحت تأثير حالة التحميل الأولى أوتوماتيكيا كما بالشكل (٢١٩) ويمكن بدأ استعراض شكل المنشأ والتشكلات الحادثة له تحت تأثير حالات التحميل الأخرى المختلفة.
- ولعرض تشكلات المنشأ تحت تأثير حالة التحميل الثانية LOAD2 في نافذة العرض اليسرى يتم الانتقال إلى النافذة اليسرى وتنشيطها وذلك بمجرد النقر بالماوس بأي موضع بها، ثم يتم تغيير مستوى الرؤية إلى المستوى X-Z بضغط الأيقونة في شريط الأدوات الرئيسي .
- نضغط الأيقونة في شريط الأدوات الطافي لعرض تشكلات المنشأ ومن خلال مربع الحوار الذي يظهر بمجرد ضغط الأيقونة شكل نحدد حالة التحميل المطلوبة LOAD2 حيث يبدو مربع الحوار كما بالشكل (٢٢٠).

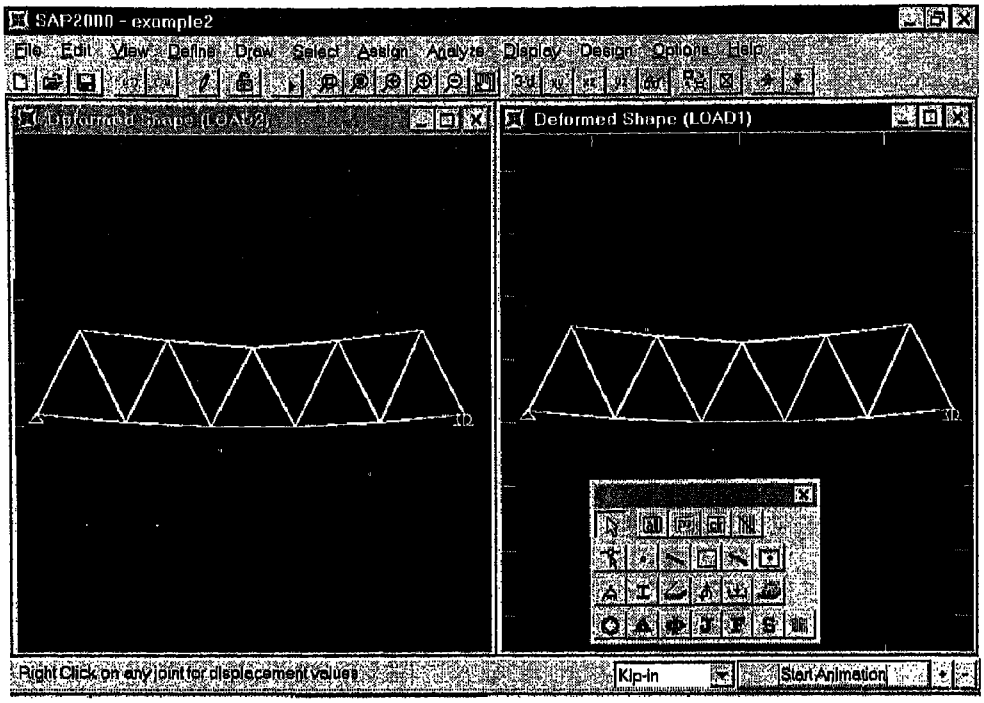


شكل (٢١٩) تشكلات المنشأ تحت تأثير حالة التحميل الأولى LOAD1



شكل (٢٢٠) عرض التشكلات

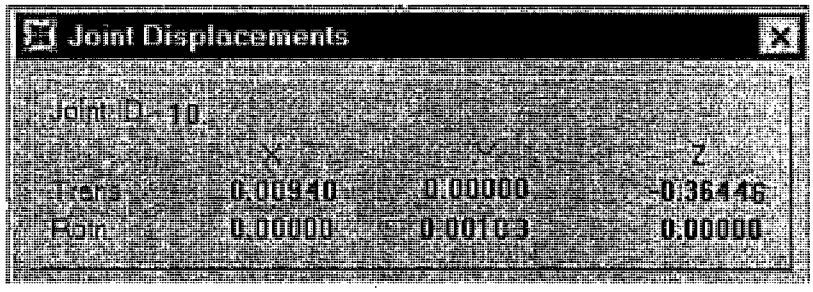
بعد الانتهاء من إدخال بيانات مربع الحوار نضغط OK فيبدو شكل المنشأ كما بالشكل (٢٢١) .



شكل (٢٢١) تشكلات العناصر لحالة التحميل الأولى والثانية

- يلاحظ عرض التشكلات لحالتي التحميل فى نفس الوقت حيث يتم عرض كـــل حالة فى نافذة عرض على حده.

- لعرض قيم التشكلات عند أي نقطة نضغط عليها بزر الماوس الأيمن حيث يتم عرض نافذة بيانات كما بالشكل (٢٢٢) .



شكل (٢٢٢) تشكلات النقطة رقم ١٠

○ استعراض ردود الأفعال الداخلية للعناصر:

لاستعراض القوى المحورية للعناصر الجمالونية تحت تأثير حالة التحميل الأولى نتبع الآتي:

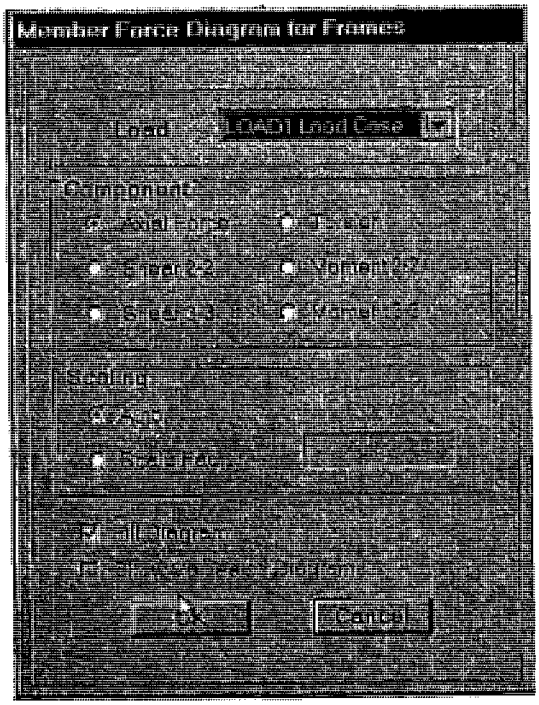
- نضغط الأيقونة من شريط الأدوات الطافي أو ننفذ الأمر

Display → Element Forces / Stresses → Frames

- *يظهر مربع حوار -شكل (٢٢٣)- فيتم إدخال البيانات اللازمة وهي:*

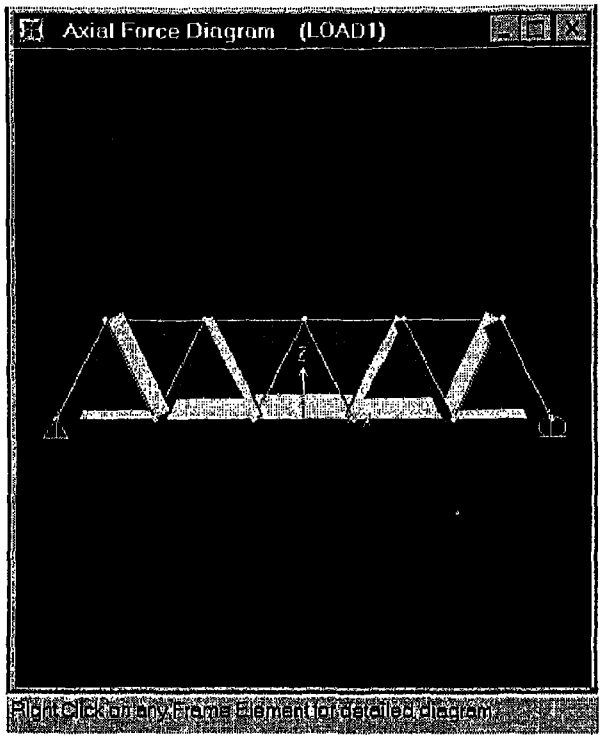
- تحديد حالة التحميل المطلوب عرض القوى الداخلية الناتجة عنها أمام Load
- تحديد نوع القوى الداخلية والاجهادات المطلوب عرضها باختيارها من منطقة Component.
- نحدد مقياس رسم القوى من منطقة Scaling أمام الاختيار Scale Factor أو تركها للبرنامج ليحددها أوتوماتيكيا باختيار Auto.
- نختار Fill Diagram لظهور الرسم مظلل .

فيبدو مربع الحوار كما بالشكل (٢٢٣) ثم نضغط OK فيبدو شكل المنشأ كما بالشكل (٢٢٤) .



شكل (٢٢٣)

عرض القوى الداخلية للعناصر



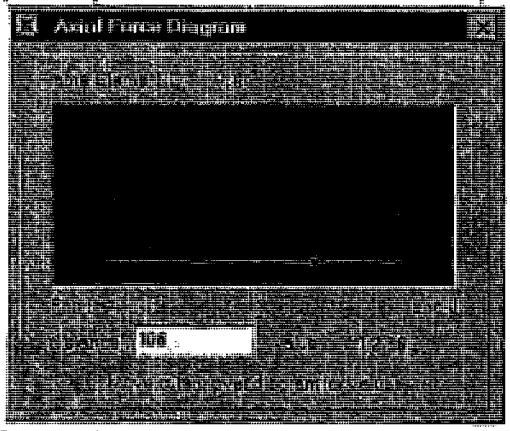
شكل (٢٢٤) القوى المحورية بالعناصر

- يلاحظ ظهور العبارة:

" Right Click on any frame Element for detailed diagram "

والتى تعنى أنه للحصول على رسم تفصيلي للقوى المحورية لأي عنصر يتم النقـو على العنصر المطلوب بزر الماوس الأيمن.

- وعند النقر على العنصر رقم ١٦ تظهر الشاشة كما بالشكل (٢٢٥):



شكل (٢٢٥)

بيانات القوة المحورية للعنصر ١٦

- التصميم الإنشائي للمنشأ:

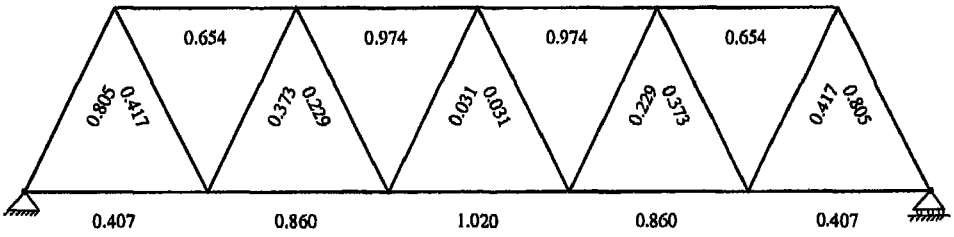
حيث أن البرنامج يبدأ تحليل المنشأ باختيار قطاعات افتراضية فإن مرحلة التصميم الحالية تبدأ بالتحقق من ملائمة تلك القطاعات للأحمال التي يتعرض لها المنشأ Check of Stresses وعند الرغبة في تغيير قطاعات معينة يتم إعادة التحليل مرة أخرى بناء على القطاعات الجديدة.

- ولبدء عملية التصميم يتم تنفيذ الأمر

Design → Start Design / Check of Structure

حيث يتم حساب الاجهادات الواقعة على العناصر ومقارنتها بالإجهادات التي يمكن ان يتحملها قطاع العنصر بأمان تبعا للمواصفات القياسية المتبعة ومن ثم عرض نسبة الإجهاد الفعلي للإجهاد التصميمي، ويجب ألا تزيد هذه النسبة عن ١ وإلا اعتبر القطاع غير آمن ويجب تغييره إلى قطاع آخر مناسب.

ونسبة الإجهاد التي يتم حسابها تتم تحت تأثير حالة تجميع افتراضية للأحمال Dead Load + Live Load (وتستخدم حالة التجميع الافتراضية عند عدم إدخال المستخدم لحالات تجميع أحمال معينة) وتظهر نسب الاجهاد كما بالشكل (٢٢٦):



شكل (٢٢٦) نسب الاجهادات على العناصر

لعرض بيانات تفصيلية عن تصميم أي قطاع من قطاعات العناصر يتم النقر عليه بزر الماوس الأيمن حيث يتم عرض نافذة بيانات بها معلومات تفصيلية عن تصميم هذا العنصر .

○ إدخال تعديلات على المنشأ :

- المطلوب الآن إضافة عنصر رأسي جديد عند منتصف المنشأ ومحمل بقوة مقدارها 100 Kips متجهة لأسفل وتؤثر عند النهاية السفلية لهذا العنصر

- لإجراء هذا التعديل لابد من فتح الملف السابق بضغط الأيقونة حيث أن البرنامج يغلف الملف أوتوماتيكيا بعد انتهاء التحليل لمنع العبث به أو تعديل البيانات، وعند الرغبة في التعديل وفتح الملف يتم إرسال رسالة تحذير بأن جميع نتائج التحليل السابق سوف يتم إلغاؤها ولابد من الموافقة على ذلك لبدأ التعديل، وعند فتح الملف تتحول الأيقونة إلى الشكل :

- وعند الرغبة في حفظ الملف الأول كما هو يمكن تسمية ملف المنشأ بإسم آخر Save As قبل الشروع في التعديل .

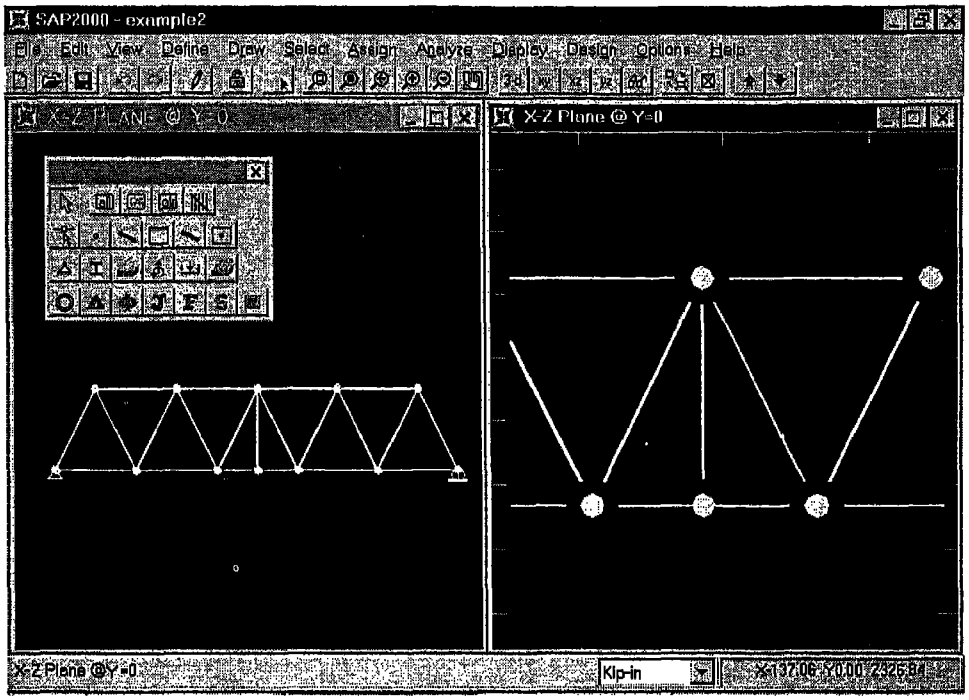
- بالضغط على الأيقونة والتي تستخدم لرسم عنصر إطاري (Quick Draw Frame Element) ثم النقر بزر الماوس الأيسر على خط الشبكة المساعدة Grid Line الذي يقع عليه العنصر المطلوب يتم رسم العنصر في المكان المحدد.

- يلاحظ أن العنصر الجديد يبدأ من نقطة على خط العناصر العلوية ولكنه يرتكز على منتصف العنصر السفلي، لذا يلزم تقسيم العنصر السفلي إلى جزئين وخلق نقطة التقاء بينهما تمثل النهاية السفلية للعنصر الرأسي الجديد.

- لتنفيذ ذلك نبدأ بإخفاء خطوط الشبكة المساعدة والمحاور كما يلي:

- View → Show Grid Turn Grid off
- View → Axes Turn Axes off

- يمكن كذلك تكبير منطقة العنصر الجديد كما بالشكل (٢٢٧)



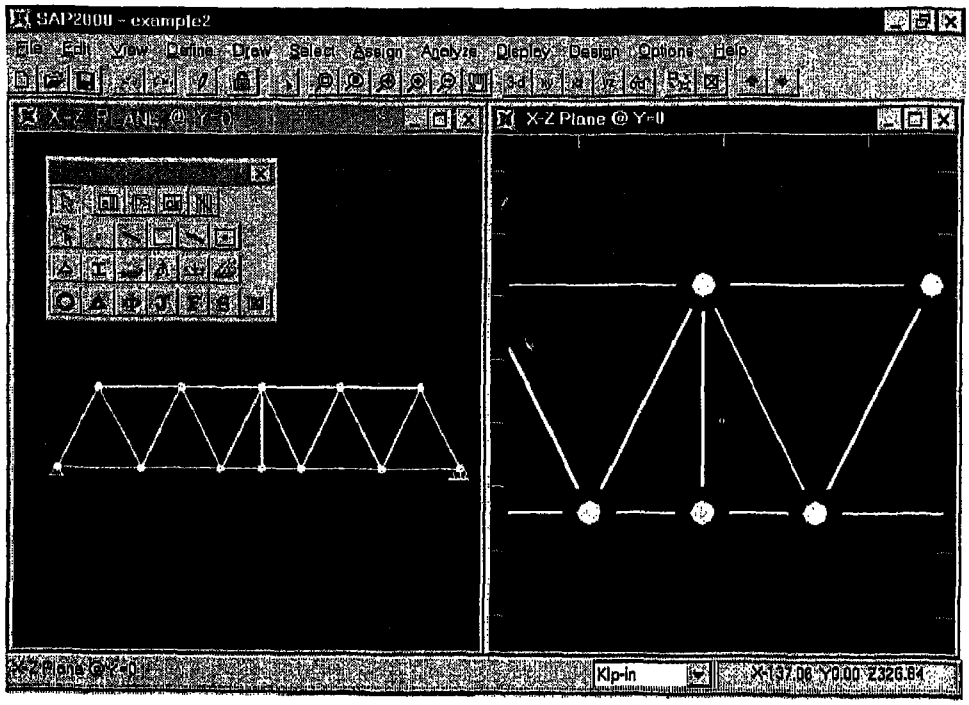
شكل (٢٢٧) العنصر المضاف قبل تعديله

- يتم إزالة العنصر الأفقي المطلوب تحويله إلى عنصرين بالأمر:
Edit → Delete

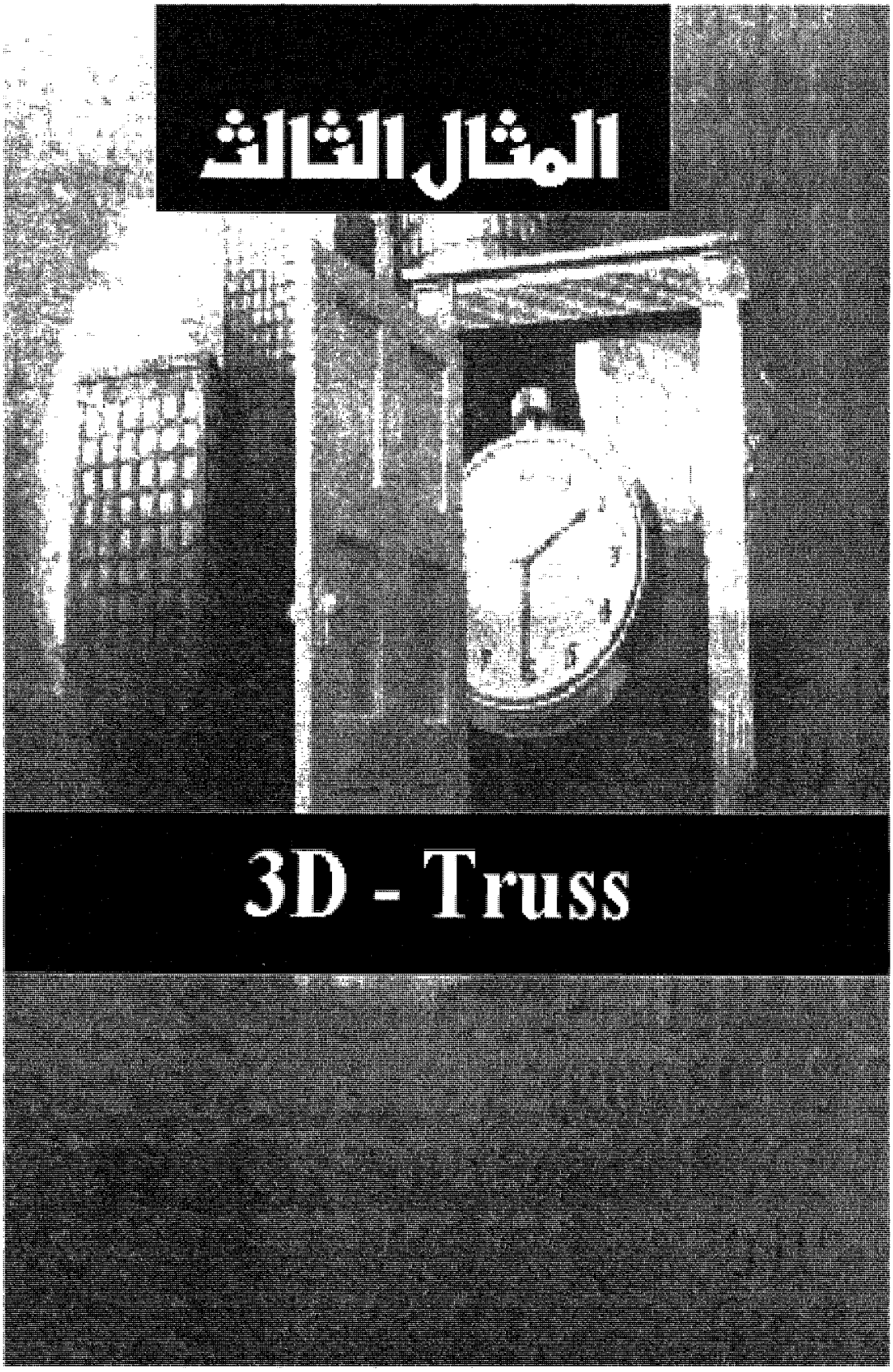
- نقوم برسم العنصرين الجديدين بضغط الأيقونة أو تنفيذ الأمر
Draw → Frame Element

ثم بالضغط على النقطة اليسرى ثم نقطة المنتصف يتم رسم أول عنصر ثم بالضغط مرتين على النقطة الثالثة حيث يتم رسم العنصر الثاني.

بعد تعديل الرسم يبدو المنشأ كما بالشكل (٢٢٨) ويتم كما سبق تخصيص قطاعات للعناصر المستجدة وليكن 2L 5x5x3/4-3/8 للعنصر الرأسي والقطاع 2L 4x4x1/2-3/8 للعنصرين الأفقيين ثم وضع الحمل الجديد مع حالة التحميل الثانية وإعادة تحليل وتصميم المنشأ كما سبق.

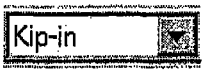


شكل (٢٢٨) العنصر المضاف بعد تعديله


المثال الثالث
3D - Truss

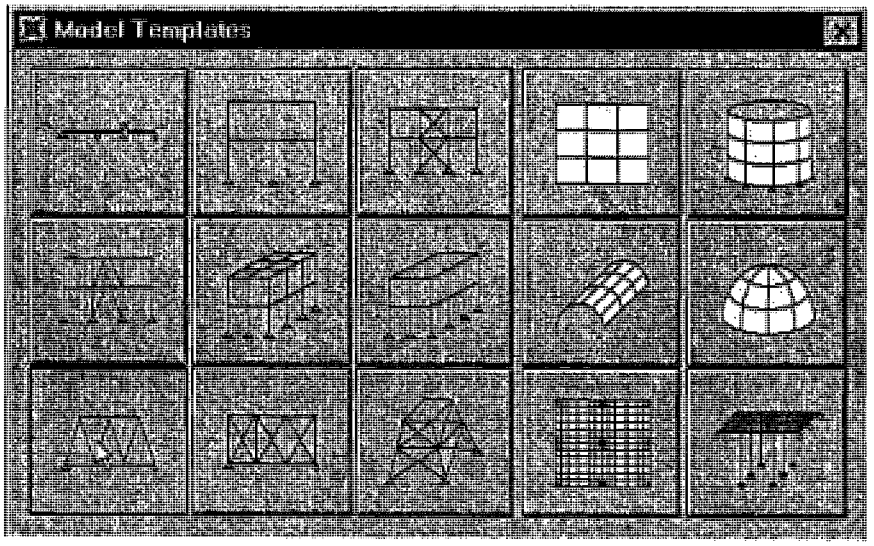
EXAMPLE 3: 3D-TRUSS

عند بدأ مشروع جديد يفضل بداية تحديد الوحدات التي سيتم التعامل بـــها بالنسبة للقوى والمسافات، حيث تكون هذه الوحدات هي نفسها التي تظهر بها نتائج البرنامج.

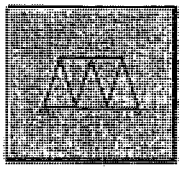
- نحدد الوحدات إلى 

- يتم بدأ المشروع الجديد بفتح نافذة القوالب (الموديلات) الجـــاهزة وذلـــك بتنفيذ أمر ..New Model from templates وذلك من قائمة File.

- يظهر مربع حوار لعرض القوالب كما بالشكل (٢٢٩) .

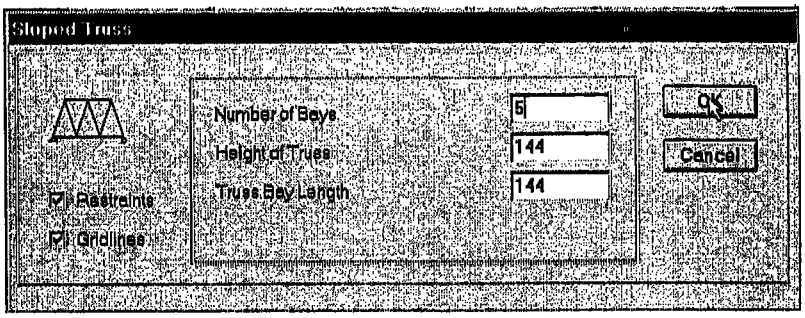


شكل (٢٢٩) قوالب المنشآت الجاهزة



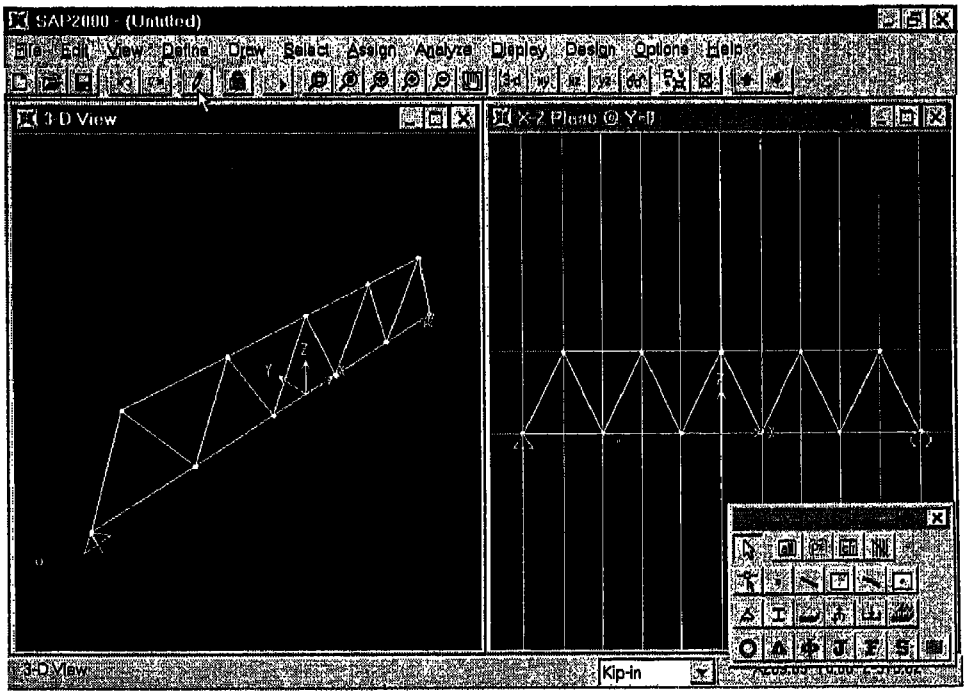
من خلال قوالب الموديلات الجاهزة يتم اختيار شكل الجمـــالون ثنائي الأبعاد 2D Truss كأساس إعداد الموديـــل المطلـــوب للمنشأ سواء أكان ثنائي أو ثلاثي الأبعاد.

بعد ذلك يظهر مربع حوار لإدخال بيانات المنشأ-شكل (٢٣٠)، ويتم من خلاله إدخال عدد الباكيات = ٥ ، وارتفاع المنشأ = ١٤٤ بوصة، وطول الباكيـــة الواحدة من باكيات الجمالون.



شكل (٢٣٠) خصائص المنشأ

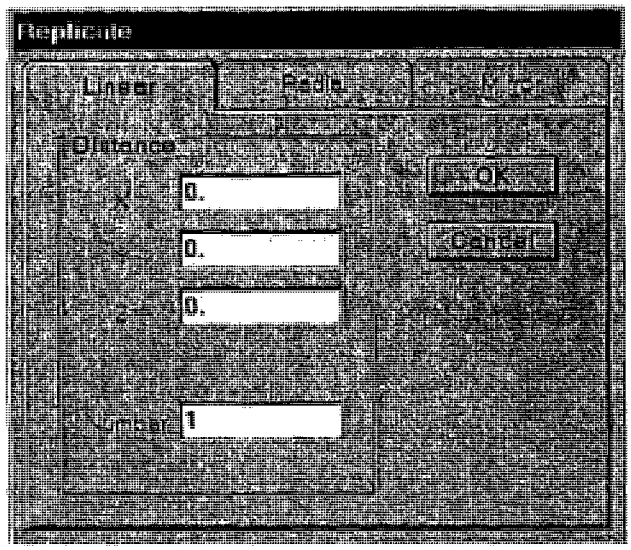
وبعد ذلك يظهر شكل المنشأ المبدئي كما بالشكل رقم (٢٣١)



شكل (٢٣١) شكل المنشأ المبدئي

لإعداد منشأ ثلاثي الأبعاد يمكن تكرار عناصر المنشأ في أي اتجـــاه وذلـــك باستخدام المصفوفات سواء أكانت مصفوفات خطية Linear أو دائريـــة Radial ، أو بتكرار العناصر بأساليب أخرى مشابهة لتلك المســـتخدمة ببرنـــامج الأوتوكـــاد ولإيضاح ذلك نسوق المثال التالي:

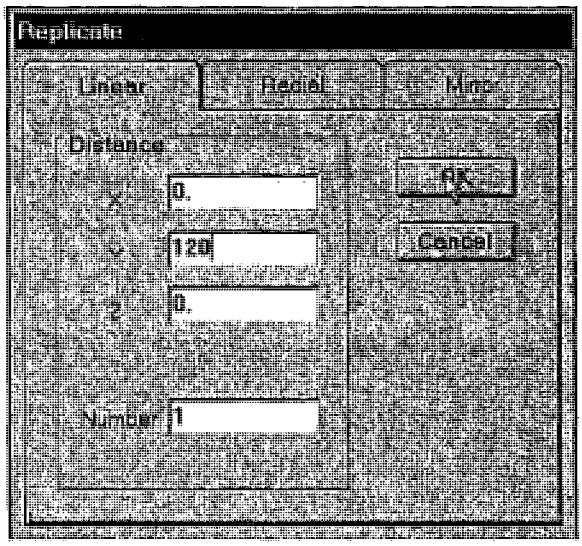
- وعودة إلى المثال الرئيسي ولتكرار عناصر الجمالون الحالي يتم اختيـــار العناصر المطلوب تكرارها، وفي هذا المثال يتم اختيار كل العناصر بالضغط علـــى الأيقونة فيظهر مربع الحوار- شكل (٢٣٢) - والمخصص لتكرار العناصر ويتم من خلاله الاختيار بين المصفوفات الخطية أو الدائرية أو المرآة.



شكل (٢٣٢) مربع الحوار لتكرار العناصر

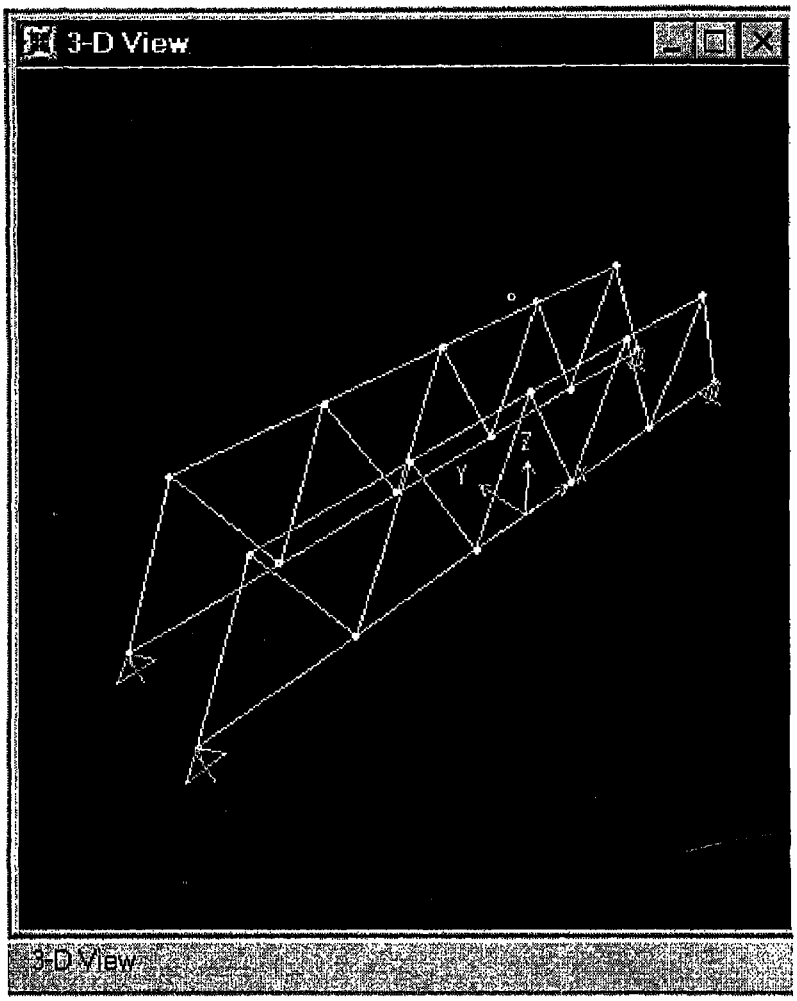
ومن خلال مربع الحوار السابق يتم أيضا تحديد المسافات بيـــن العنـــاصر المطلوب تكرارها في الاتجاهات الثلاثة وعدد مرات التكرار.

يتم تحديد المسافة في الاتجاه Y بالقيمة ١٢٠ بوصة والقيمة الموجبة تعني التكرار في الاتجاه الموجب لهذا المحور، كما يتم تحديد العدد ١ لتكرار العناصر المختارة مرة واحدة فقط - شكل (٢٣٣).



شكل (٢٣٣) - تحديد متغيرات تكرار العناصر

وبالضغط على زر OK الموافقة ثم يقوم البرنامج بتوليد عناصر موازية للعناصر الأصلية وتبعد عنها بمقدار ١٢٠ بوصة في الاتجاه الموجب للمحور العام Y حيث يبدو المنشأ كما بالشكل (٢٣٤).



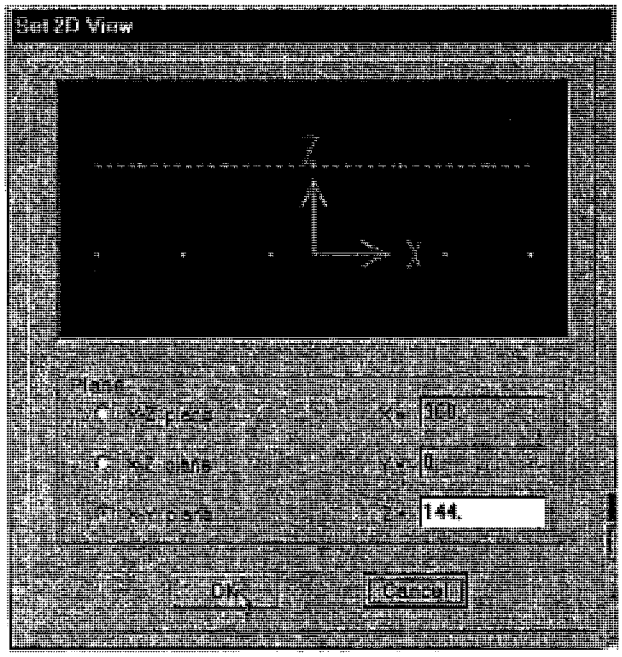
شكل (٢٣٤) - شكل المنشأ بعد تكرار العناصر

ما تم حتى هذه المرحلة هو تكرار عناصر المنشأ (عمل نسخة أخرى منها على بعد معين) ويبقى الآن الربط بينهما لتكوين منشأ واحد.

- تحديد عناصر الربط بين شقي المنشأ :

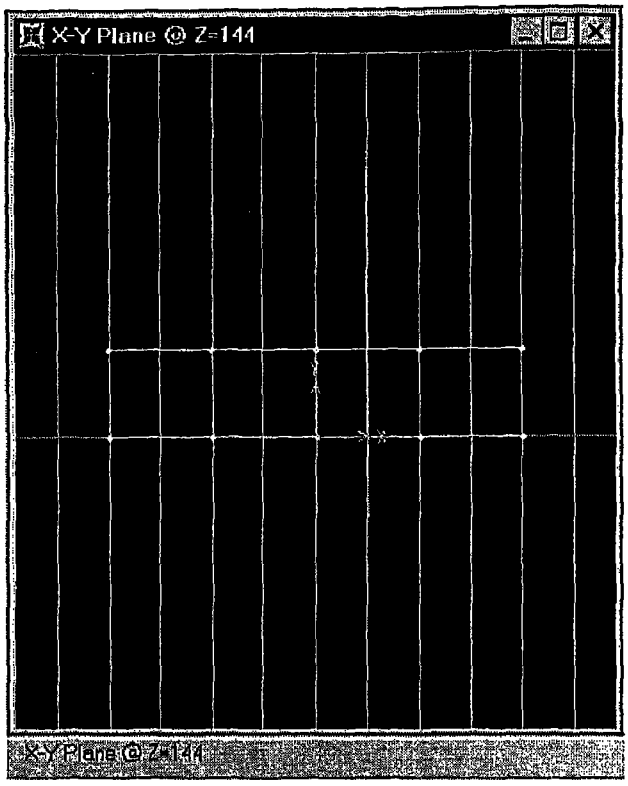
يتم رسم عناصر الربط بين الشقين بالماوس ولكي يتم تسهيل هذه العملية يفضل تغيير اتجاه الرؤية وتحويل مستوى الشاشة إلى مستوى الرسم لهذه العناصر ويتم ذلك كما يلي:

- نختار شاشة العرض اليسرى.
- يتم اختيار الأمر Set 2D View من قائمة View حيث يظهر مربع حوار لشكل (٢٣٥) لتغيير بيانات مستوى الرؤية:



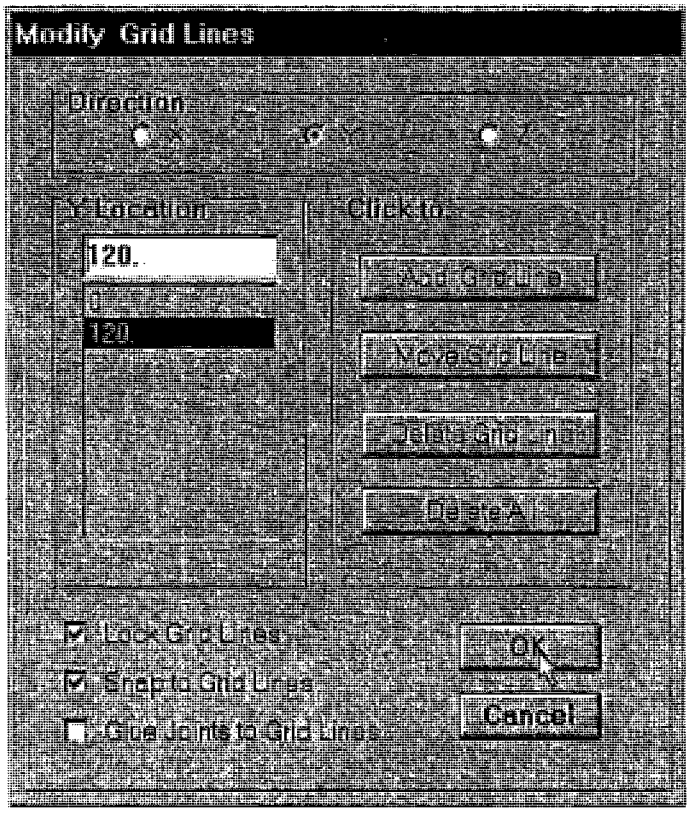
شكل (٢٣٥) تحديد مستوى الرؤية 2D

- يتم اختيار مستوى الرؤية X-Y Plane
- يتم تحديد قيمة Z تساوى ١٤٤ بوصة أي أن مستوى الرسم هو المستوى على ارتفاع Z=144 وأي عنصر يتم رسمه حاليا سيوضع بهذا المستوى. وتظهر نافذة الرسم اليسرى كما بالشكل (٢٣٦).



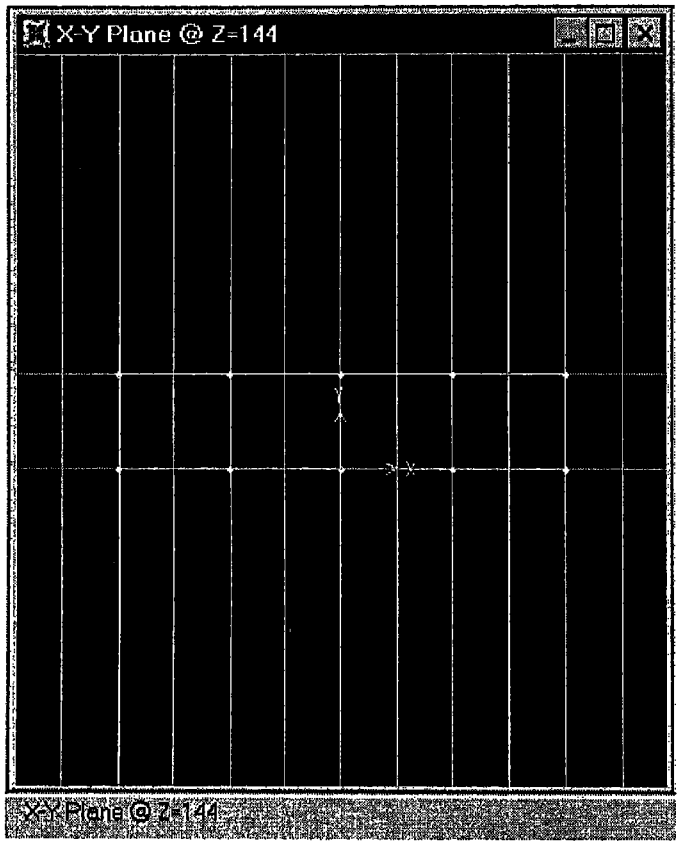
شكل (٢٣٦)- نافذة الرسم اليسرى

- يلاحظ أن خط شبكة الرسم المساعدة Grid Lines في اتجاه Y يظهر فقط عند العناصر الأصلية ولا يظهر عند العناصر المضافة، لإضافة خط شبكة عند العناصر المضافة يتم اختيار الأمر Edit Grid من قائمة Draw حيث يظهر مربع حوار بعنوان Modify Grid Lines فيتم إدخال البيانات كما بالشكل (٢٣٧) وبعد الخروج من هذه النافذة يظهر المنشأ مرة أخرى - شكل (٢٣٨).



شكل (٢٣٧) إضافة خط شبكة

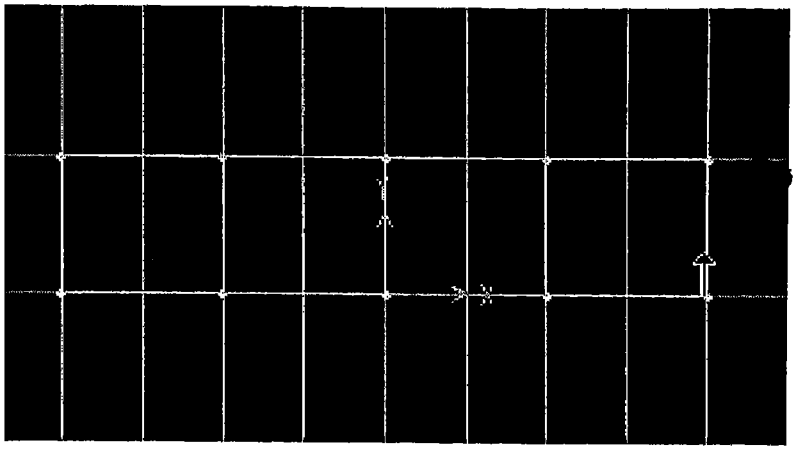
يلاحظ أنه من خلال مربع الحوار السابق تم إضافة خط شبكة Add Grid Line في اتجاه المحور العام Y وعلى بعد ١٢٠ بوصة من الخط الكائن وهذا البعد هو نفسه بعد العناصر المتكررة عن العناصر الأصلية، وبالتالي ينطبق خط الشبكة المضاف على العناصر المضافة.



شكل (٢٣٨) إضافة خط الشبكة للعناصر الجديدة

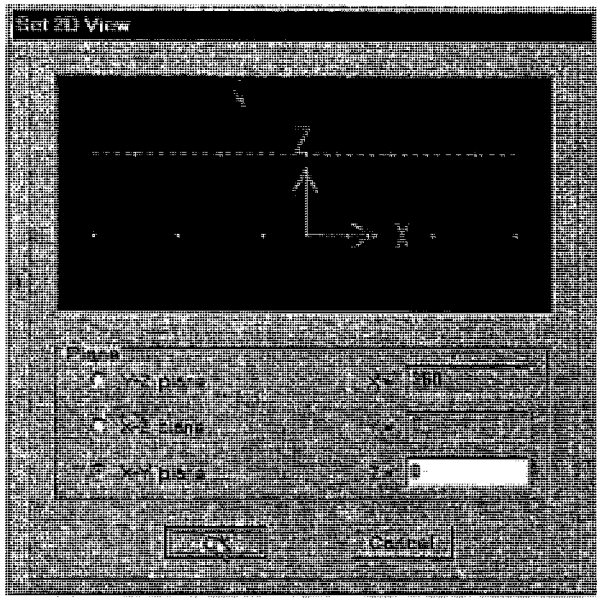
يمكن الآن بدء رسم العناصر الجديدة للربط بين شقي المنشأ وذلك باستخدام الماوس وذلك باختيار الأمر Quick Draw Frame Element من قائمة Draw أو بالنقر على الأيقونة وبتغير شكل مؤشر الماوس إلى الشكل ⇑ يبدأ الرسم بالنقر بالماوس بين على خط الشبكة مكان العنصر المطلوب فيتم رسم العنصر فورا (يلاحظ أن خط الشبكة المطلوب رسم العنصر عليه يجب أن يربط بين نقطتين، هاتين النقطتين تصبحان فيما بعد نقطتي بداية ونهاية العنصر.

وبنفس الطريقة يمكن رسم جميع العناصر في هذا المستوى - شكل (٢٣٩)

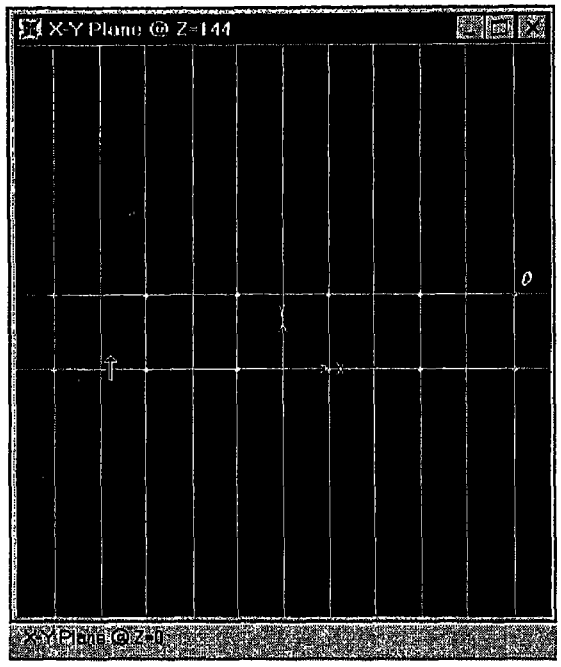


شكل (٢٣٩) رسم العناصر فى المستوى X - Y , Z=144

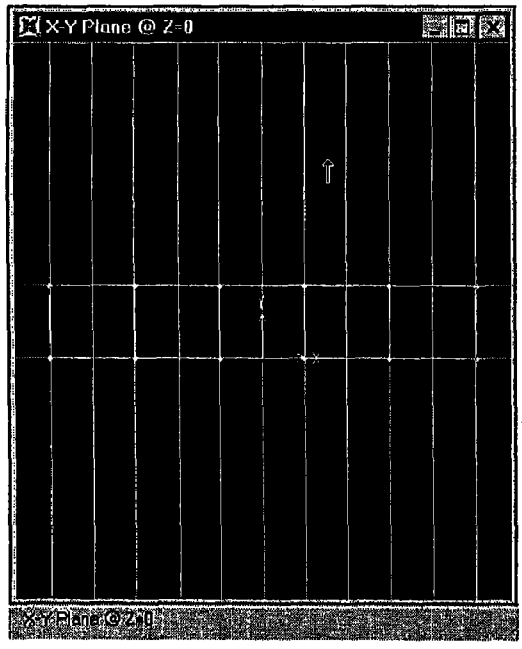
بنفس الطريقة يتم رسم العناصر في المستوى Z=0 بعد الانتقال لهذا المستوى من خلال الأمر Set 2D View من قائمة View حيث يظهر مربع الحوار لتحديد المستوى المطلوب وتتابع الخطوات تماما كما سبق - شكل (٢٤٠).



شكل (٢٤٠) الانتقال إلى المستوى X-Y , Z=0



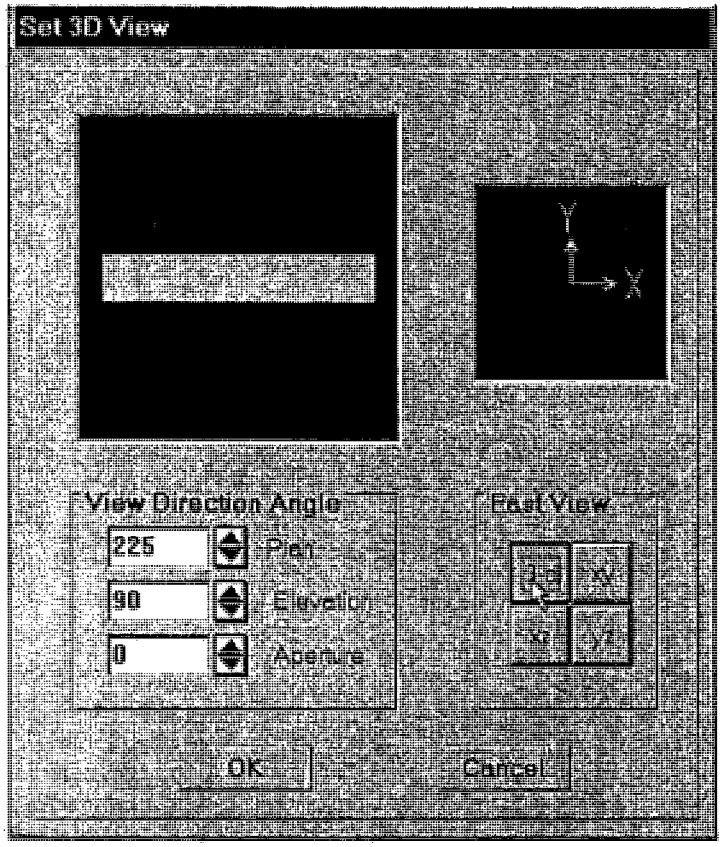
شكل (٢٤١) المنشأ فى المستوى X-Y , Z=0



شكل (٢٤٢) المنشأ فى المستوى X-Y , Z=0 بعد رسم العناصر

وبعد إضافة عناصر الربط في المستويين عند المستوى السفلي والمستوى العلوي للمنشأ، يتم العودة استعراض شكل المنشأ ثلاثي الأبعاد والتحقق من صحة أماكن العناصر السابق إضافتها.

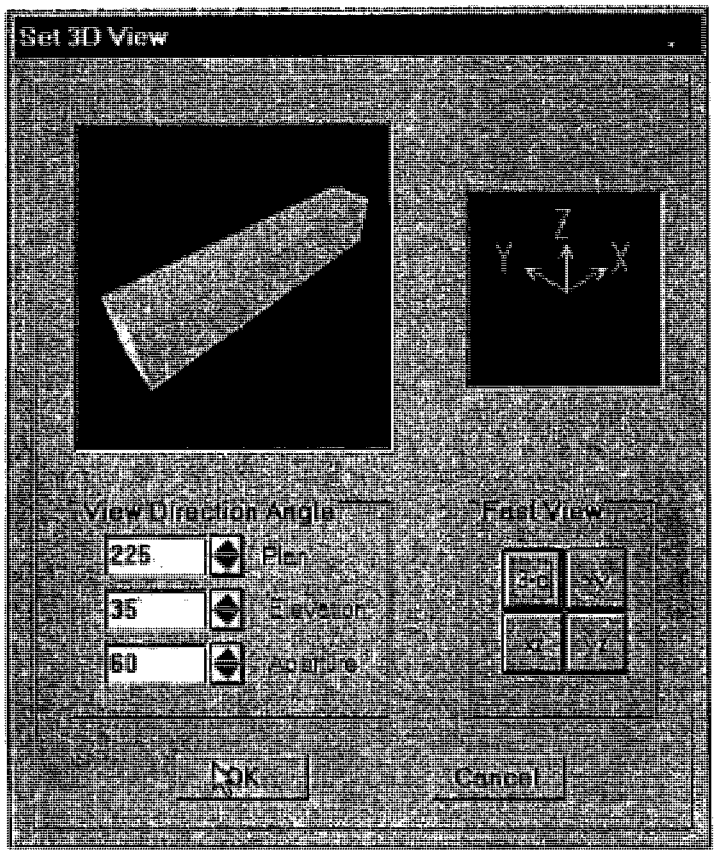
ولمعاينة المنشأ ثلاثي الأبعاد يتم اختيار الأمر Set 3D View من قائمة View حيث يظهر مربع الحوار التالي - شكل (٢٤٣):



شكل (٢٤٣) تغيير مستوى النظر

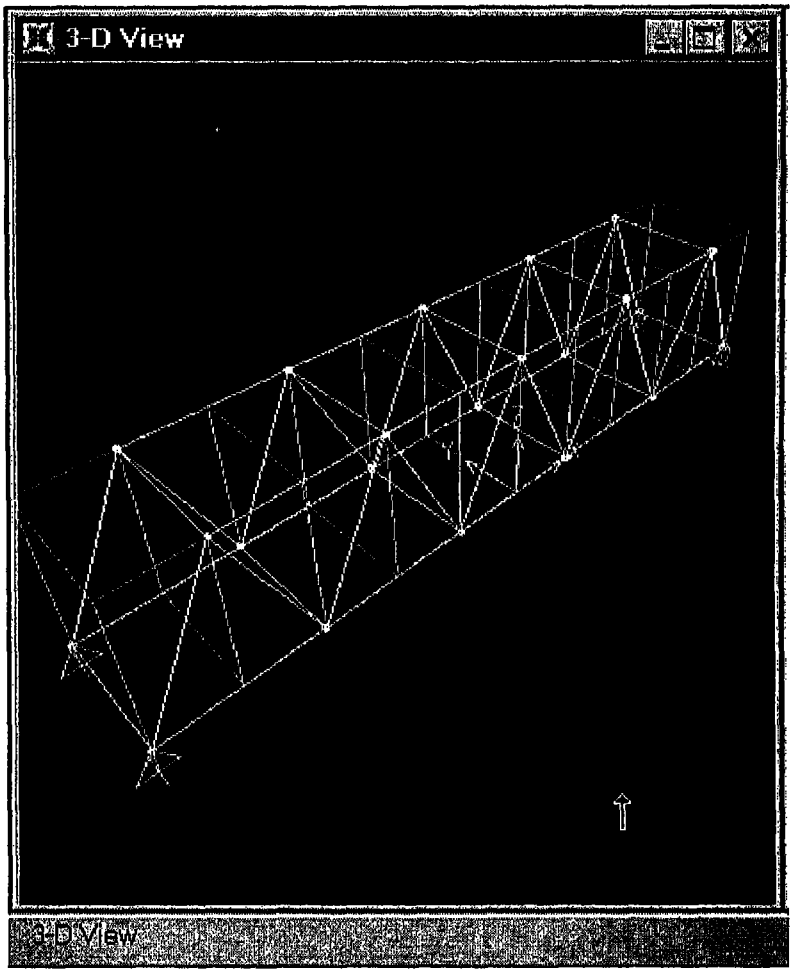
يلاحظ عند استعراض نافذة الحوار الحالية أن مستوى الرؤية المحدد بها هو المستوى الحالي لنافذة الرسم الجاري العمل من خلالها - النافذة اليسرى.

ومن خلال هذه النافذة يتم التحول إلى العرض ثلاثي الأبعاد بالضغط على 3-D حيث يظهر نفس مربع المحادثة السابق - شكل (٢٤٤) - ويعرض المحاور الجديدة وشكل العنصر ثلاثي الأبعاد.



شكل (٢٤٤) شكل العنصر ثلاثي الأبعاد - 3D

في هذا الشكل يتم التحكم في زاوية رؤية المنشأ في الفراغ عن طريق تحديد زوايا الرؤية من خلال نافذة View Direction Angle ، وبعد تحديد هذه الزوايا وضغط OK يبدو المنشأ كما بالشكل (٢٤٥)، وتظهر العناصر الجديدة المضافة للمنشأ.



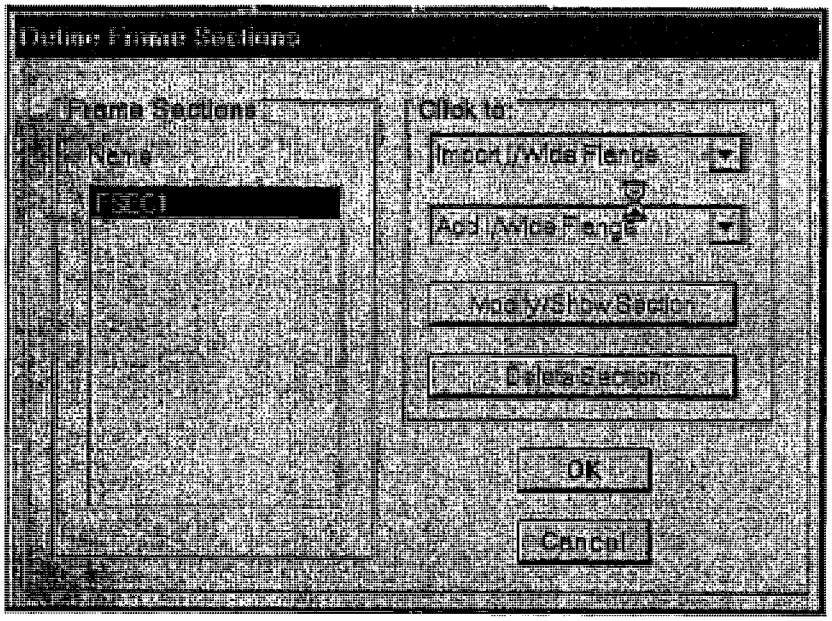
شكل (٢٤٥) - شكل المنشأ بعد اكتمال عناصره

- **تعريف قطاعات العناصر الاطارية للمنشأ الجمالوني:**

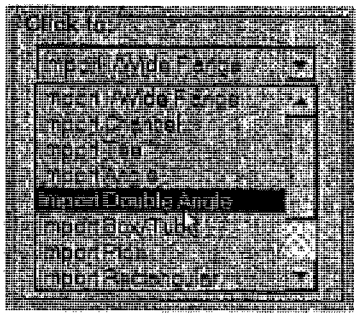
بعد الانتهاء من رسم المنشأ بالصورة المطلوبة، تبدأ مرحلة تعريف قطاعات وخواص العناصر، ويتم ذلك من خلال قائمة التعريف Define ومن خلالها يتم اختيار العناصر الإطارية Frame ثم القطاعات Sections تماما مثلما تم عمله بالمثال الأول.

DEFINE menu → Frame → Sections

يظهر مربع الحوار بعنوان Define Frame Sections - شكل (٢٤٦):

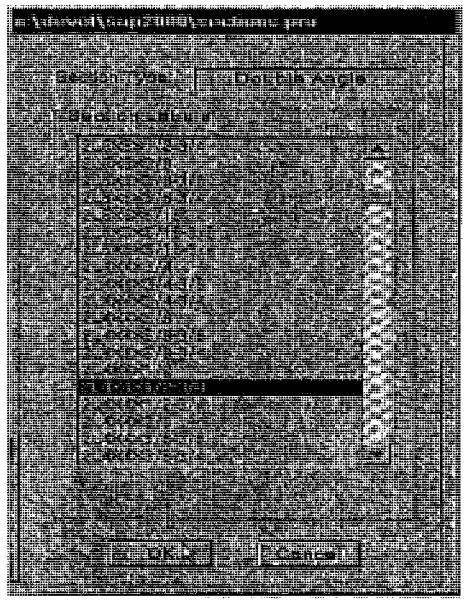


شكل (٢٤٦) إدخال قطاعات العناصر الاطارية



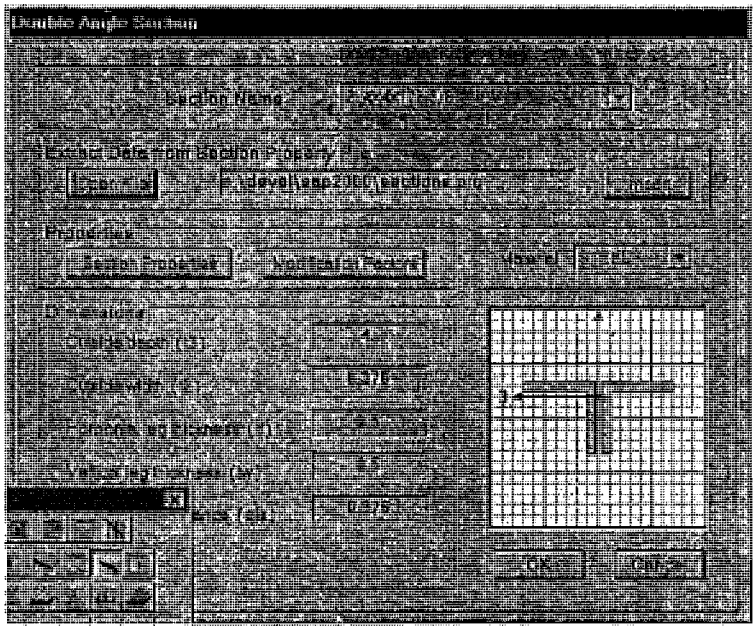
وبإختيار أمر الإدراج Import تظهر القائمة التالية:

ومن خلال هذه القائمة نحتار نوع القطاع المطلوب Double Angles فيطلب البرنامج اسم ملف قاعدة البيانات فنحدد له قاعدة البيانات Sections Pro فيقوم البرنامج بفتح قاعدة البيانات المحددة وعرض قطاعات الـ Double Angles المتاحة للاختيار بينها - شكل (٢٤٧) ومن خلال هذه القائمة يتم اختيار القطاعات التي سوف نحتاجها لتعريف قطاعات المنشأ.



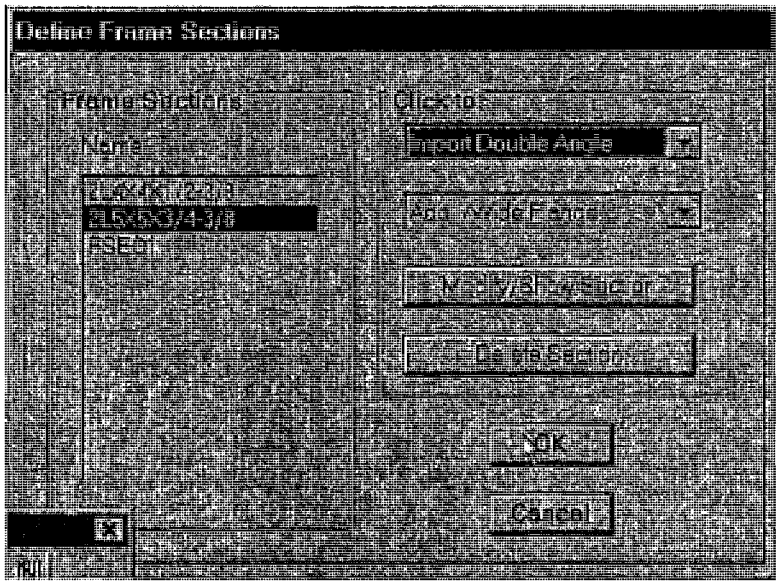
شكل (٢٤٧) اختيار القطاعات

وبعد الانتهاء من اختيار القطاعات والموافقة عليـــها OK يظـــهر مربع حوار لعرض خصائص القطاعات التى تم اختيارها - شكل (٢٤٨).



شكل (٢٤٨)
خصائص القطاعات
المعرفة

نضغط OK فيظهر مربع حوار Define Frame Sections شكل (٢٤٩) حيث تظهر القطاعات التي تم اختيارها في مربع Frame Sections كما يلي:

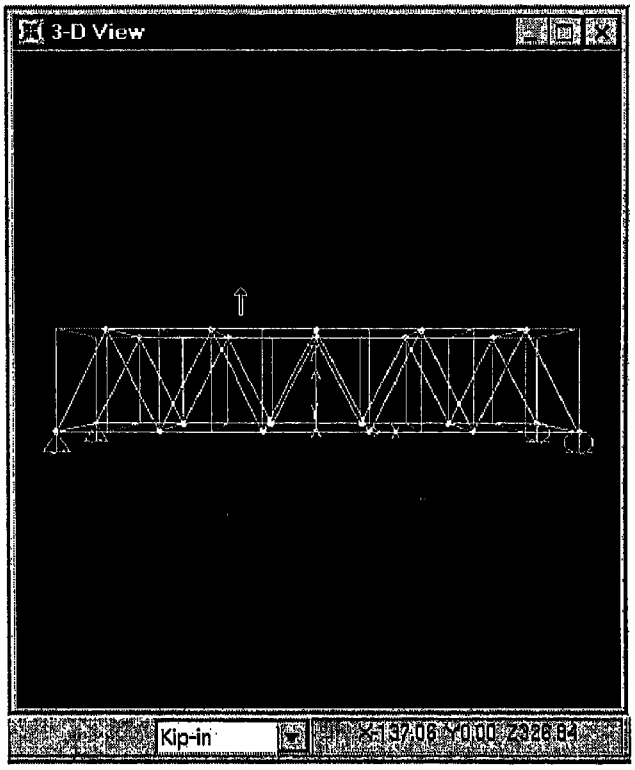


شكل (٢٤٩) القطاعات المعرفة بالمشروع

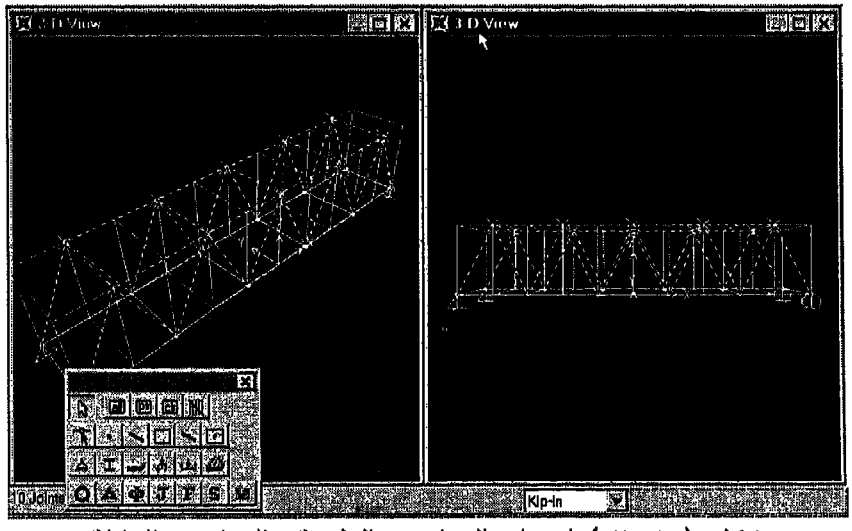
- وبعد تحديد القطاعات التي نحتاجها لتوصيف المنشأ تأتي مرحلة تخصيص هذه القطاعات لعناصر المنشأ المختلفة، وذلك كما يلي:

- يمكن تغيير زاوية الرؤية في نافذة الرسم اليمنى لرؤية عناصر المنشأ بصورة أفضل وذلك من خلال الأيقونة حيث يبدو شكل المنشأ في نافذة الرسم اليمنى كما بالشكل (٢٥٠).

- يتم اختيار العناصر لتخصيص القطاعات لها والاختيار يتم إما باختيار عنصر أو باستخدام نافذة اختيار أو بخط يقطع العناصر المطلوبة تماما كما بالأوتوكاد. والعناصر التي يتمن اختيارها تظهر كخطوط منقوطة-شكل (٢٥١).



شكل (٢٥٠) تغيير مستوى الرؤية للمنشأ

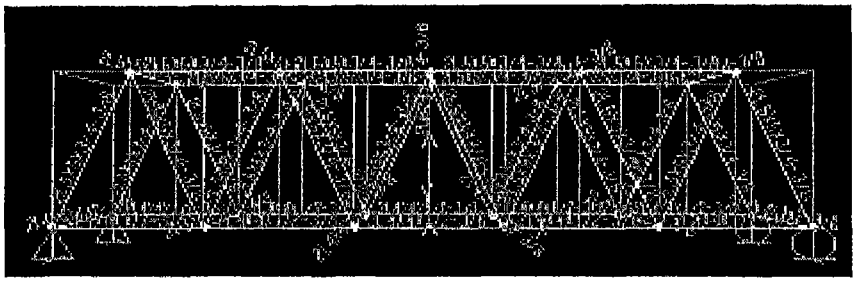


شكل (٢٥١) اختيار العناصر العلوية والعناصر المائلة

- بعد اختيار العناصر يتم تخصيص القطاعات من خلال مربع الحوار Define Frame Sections من الأمر Sections المتفرع من Frame من قائمة التخصيص assign

Assign → Frame → Sections → Define Frame Sections

- يتم اختيار القطاع 2L 5X5X3/4-3/8 ثم نضغط OK فيتم تخصيص هذا القطاع للعناصر العلوية والمائلة التي تم اختيارها مسبقا.
- بتكرار نفس الخطوات يتم تخصيص القطاع 2L 4X4X1/2-3/8 للعناصر السفلية للمنشأ.
- وبمجرد تحديد جميع قطاعات العناصر للمنشأ يبدو المنشأ بالشكل التالي:



شكل (٢٥٢) قطاعات العناصر الاطارية

- بعد ذلك تبدأ خطوة تحديد حالات التحميل للمنشأ

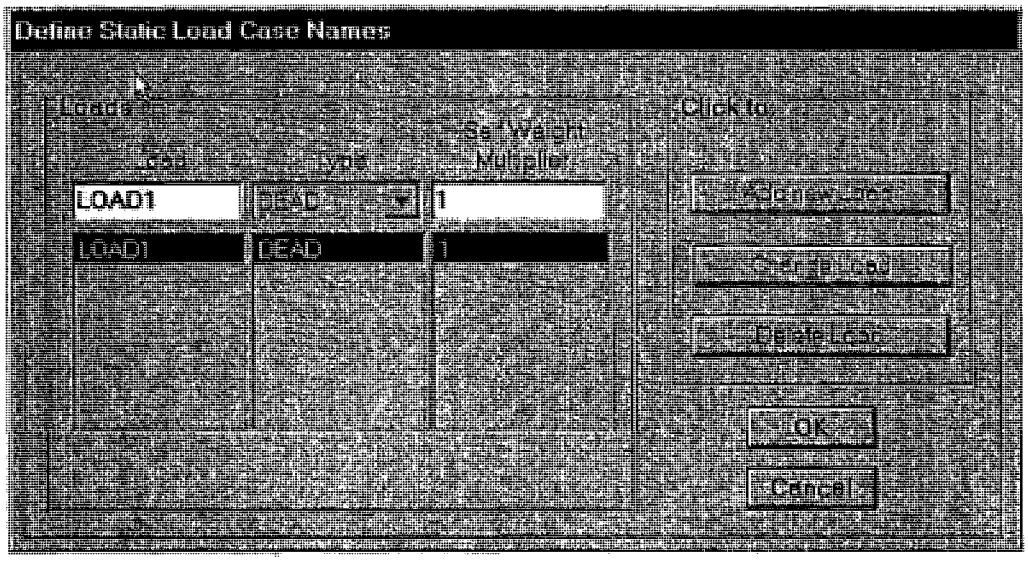
يتم ذلك من خلال الأمر Static Load Cases من قائمة التخصيص Define

Define → Static Load Cases

حيث يظهر مربع حوار - شكل (٢٥٣) ويحتوي على حالة التحميل الافتراضية وهي حالة تحميل المنشأ بحمل ميت يساوي وزنه النوعي وذلك كما يلي:

Load	Load1
Type	Dead
Self Weight Multiplier	1

تذكر انه عندما يكون المعامل Self Weight Multiplier مساويا ١ في حالة التحميل LOAD1 فإن ذلك يعنى أن الوزن الذاتي للمنشأ سوف يضاف إلى هذه الحالة مضروبا في المعامل ١.



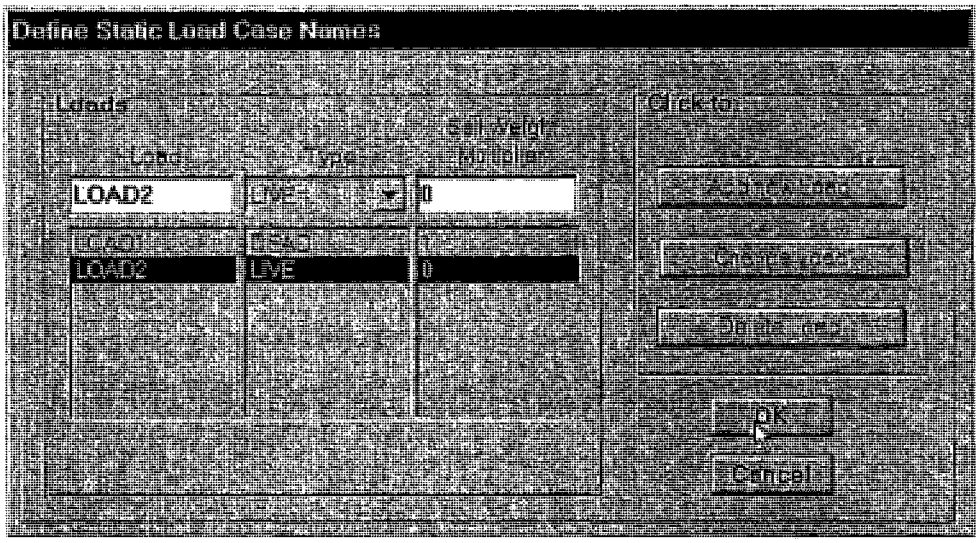
شكل (٢٥٣) لتعريف حالات التحميل

في مربع الحوار السابق يتم إدخال بيانات حالة تحميل أخرى كما يلي:

LOAD	LOAD2
Type	Live
Self Weight Multiplier	0

ثم تضاف لحالات التحميل بالضغط على مربع إضافة حمل جديد

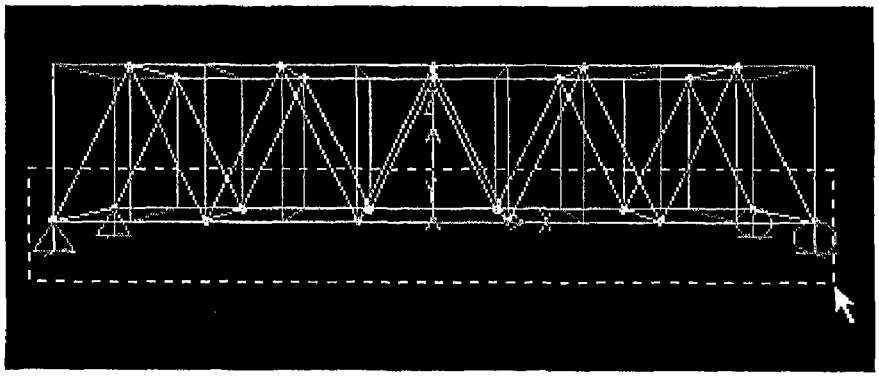
فيتم إضافة الحالة الجديدة إلي حالات التحميل كما بالشكل (٢٥٤) ويتم الموافقة عليها بضغط



شكل (٢٥٤) حالات التحميل على المنشأ

- بعد الانتهاء من تحديد حالات التحميل يبدأ تخصيص هـــذه الأحمـــال لعناصر المنشأ - تماما مثل تخصيص القطاعات للعناصر بعد تحديدها، وذلك كما يلي:

- يتم اختيار عناصر المنشأ السفلية - شكل (٢٥٥).



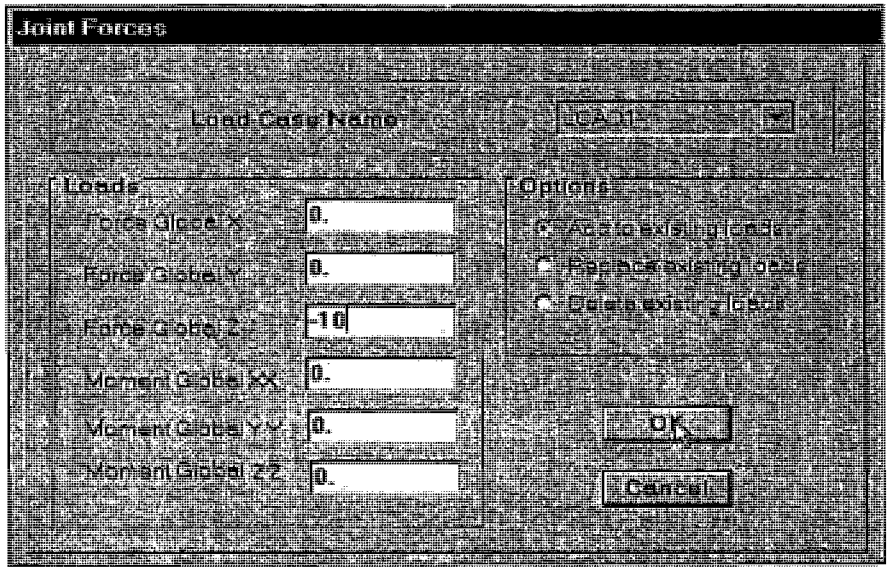
شكل (٢٥٥) اختيار عناصر المنشأ السفلية

- يتم اختيار الأمـــر Forces مـــن Joint Static Loads مـــن قائمـــة التخصيص Assign

Assign → Joint Static Loads → Forces

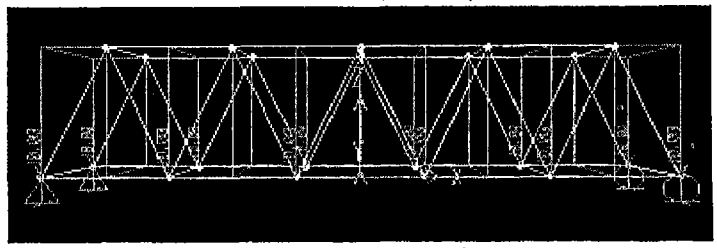
فيظهر مربع حوار لإدخال بيانات الأحمال فيتم اختيار حالة التحميل الأولى Load1 التي تمثل الأحمال الميتة (Dead Loads) وتظهر بيانات حالة التحميل كما بالشكل (٢٥٦) فيتم إدخال قيمة الحمل المركز عند النقاط المختارة مسبقا مع تحديد اتجاه القوى باختيار المحور المناسب والإشارة المناسبة.

في هذا المثال تم إدخال القيمة 10 Kip في الاتجاه السالب للمحور العام Z في حالة التحميل الأولى والمعبرة عن الأحمال الميتة، وسيتم إضافة الوزن النوعي للمنشأ إلى هذا الحمل كما سبق الحديث.



شكل (٢٥٦) إدخال القوى في حالة التحميل الأولى

وبعد الانتهاء من حالة التحميل الأولى يظهر المنشأ وعليه قيم وأماكن واتجاهات الأحمال كما بالشكل (٢٥٧).



شكل (٢٥٧) أحمال النقاط لحالة التحميل الأولى

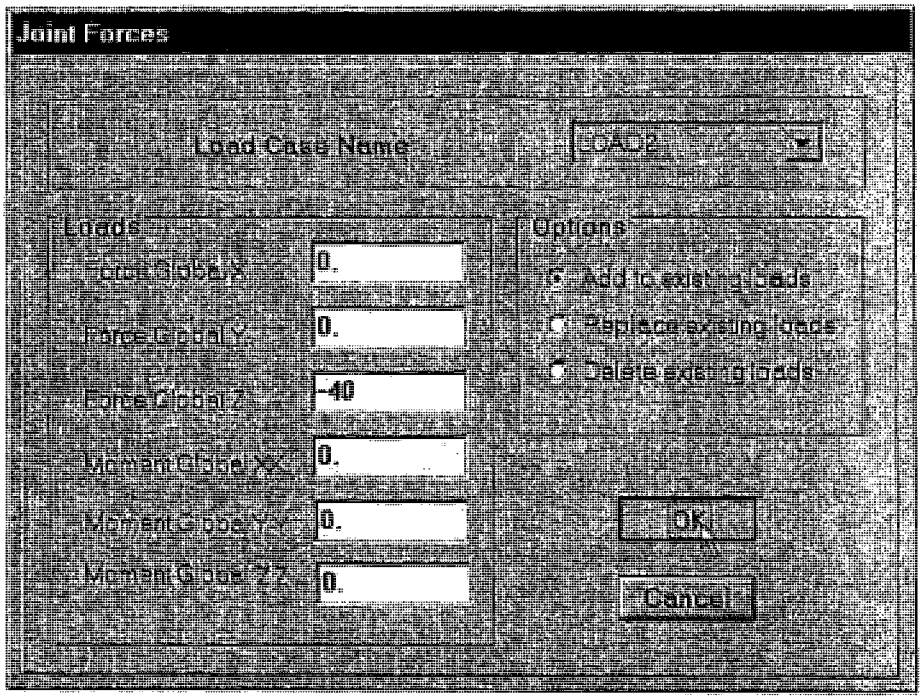
- لإدخال حالة التحميل الثانية على نفس النقاط نختار نفس النقاط مـرة أخـرى بضغط الأيقونة والتي تعني الاختيار السابق Previous Selection .

- وبنفس الخطوات السابقة يتم اختيار الأمر Forces من Joint Static Loads من قائمة التخصيص Assign

Assign → Joint Static Loads → Forces

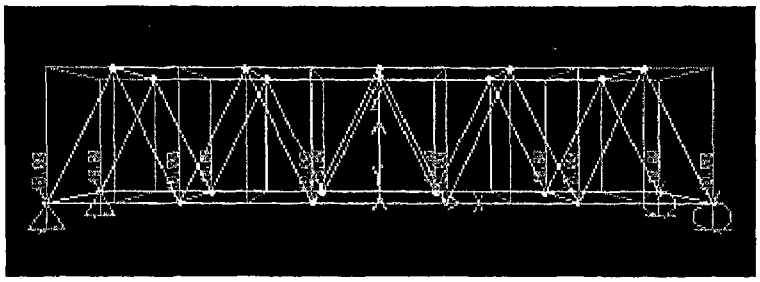
فيظهر مربع الحوار - شكل (٢٥٨) فيتم إدخال قيمة الأحمال لحالة التحميل الثانية عند النقاط المختارة مسبقا مع تحديد اتجاه القوى باختيار المحور المناسـب والإشارة المناسبة.

في هذا المثال سيتم وضع أحمال حية بقيمة ٤٠ وحدة قوة مؤثرة في الاتجاه السالب للمحور العام Z وذلك كما هو واضح بالشكل التالي:



شكل (٢٥٨) إدخال أحمال النقاط في الحالة الثانية

باختيار OK يبدو شكل المنشأ كما بالشكل (٢٥٩)



شكل (٢٥٩) أحمال النقاط لحالة التحميل الثانية.

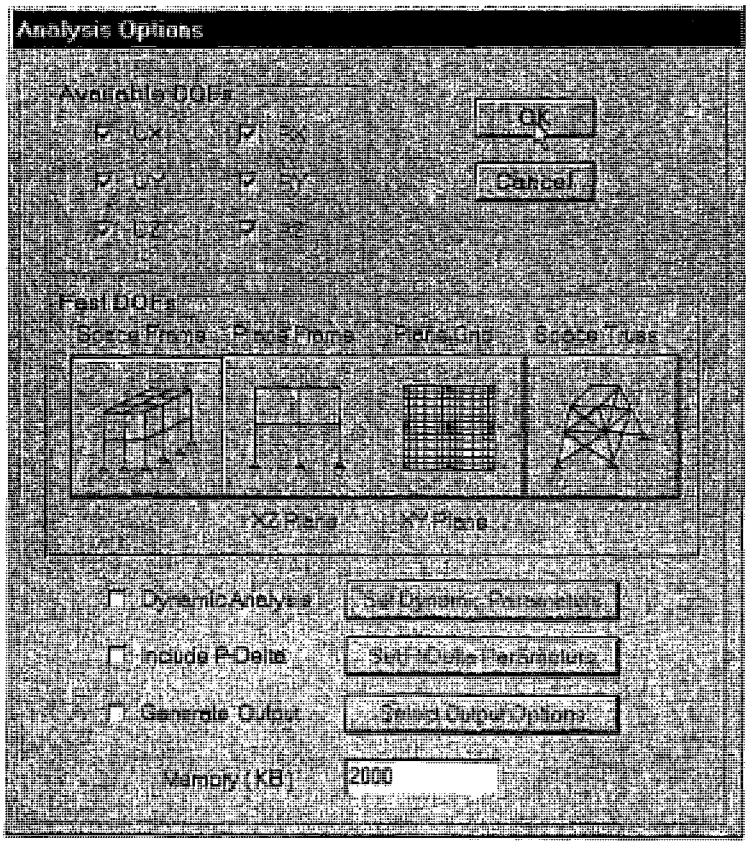
- وحتى هذه المرحلة يمكن القول بأننا قد حددنا الشكل الهندسي للمنشأ بالأبعاد المطلوبة والقطاعات المفترضة وحالات التحميل أما بالنسبة لنقاط الارتكاز ومادة العنصر فقد تم قبول افتراضات البرنامج لنقاط الارتكاز وكذلك الخواص الافتراضية لمادة الصلب Steel أثناء اختيار القطاعات، إما عند الرغبة في تغيير حالة نقاط الارتكاز فيمكن تغيير ذلك من خلال حالات القيود، أما في حالة الرغبة في استخدام مادة أخرى فيتم ذلك عند مرحلة اختيار القطاعات .

- يمكن الآن البدء في تحليل المنشأ تحليلا إنشائيا كاملا بمجرد تحديد بعض الفروض الأساسية لعملية التحليل، وذلك كما يلي:

- يتم الانتقال إلى القائمة الخاصة بالتحليل Analyze وتحديد بعض المتغيرات من خلال الأمر Set Options

Analyze → Set Options

فيظهر مربع محادثة كما بالشكل (٢٦٠)



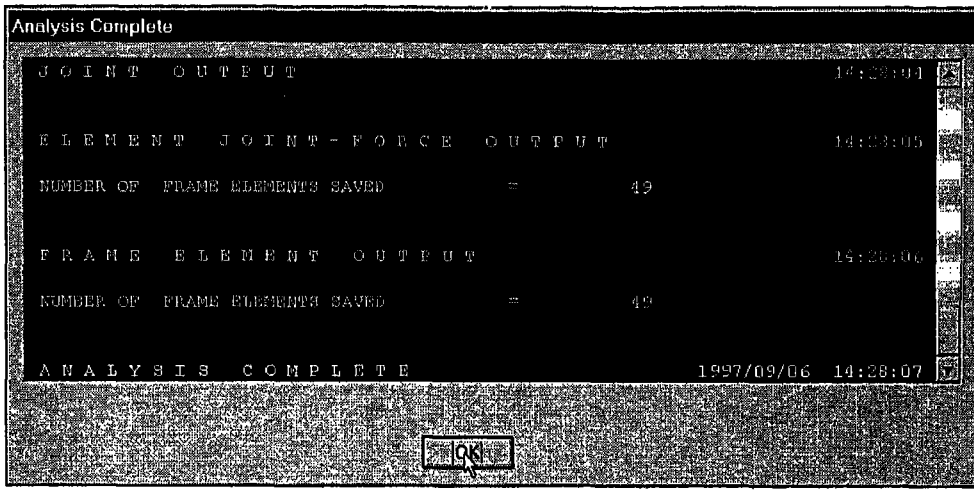
شكل (٢٦٠) اختيارات التحليل للمنشأ

- يتم من خلال هذه النافذة تحديد درجات الحريـــة Degrees of Freedom لنقاط المنشأ، وحيث انه من المعلوم أن لكل نقطة ٦ درجات حرية في الفراغ فإنه من المفيد من خلال هذه النافذة تقييد درجات الحرية التي من المعلوم مسبقا أنه لن توجد أى حركة بها مما يقلل من معادلات التحليل التي يكونها البرنامج وبالتـــالي زمن الحل وحجم المخرجات.

- بعد ضغـــط OK في نـــافذة Analysis Options يمكـــن بـــدأ التحليل باستخدام الأمر Run من قائمة التحليل Analyze.

Analyze → Run

- يبدأ البرنامج تحليل المنشأ مع عرض خطوات التحليل على الشاشة حتى نهاية التحليل - شكل (٢٦١).



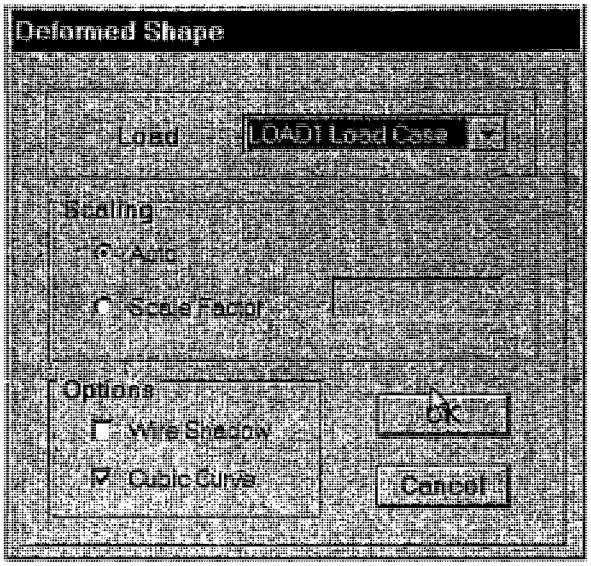
شكل (٢٦١) انتهاء عملية الحسابات

- **استعراض المنشأ بعد التحليل:**

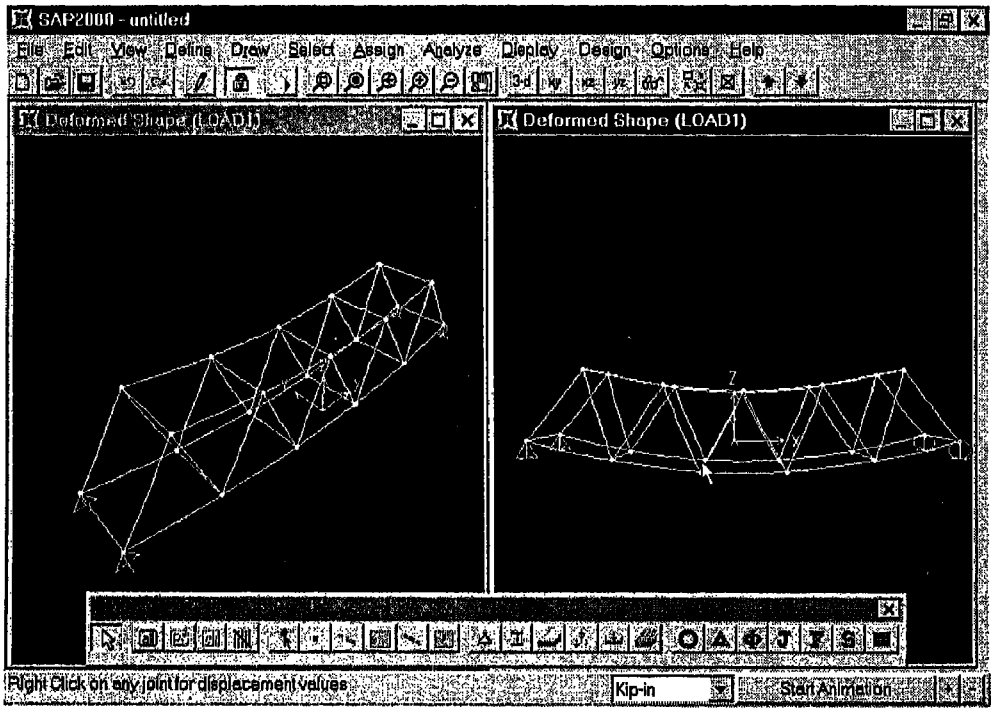
بعد الانتهاء من عملية التحليل الإنشائي يمكن استعراض التشكلات Deformations الحادثة للمنشأ تحت تأثير حالات التحميل المختلفة، وذلك من خلال الأمر Show Deformed Shape من قائمة العرض Display

Display → Show Deformed Shape

حيث يظهر مربع حوار لاختيار حالة التحميل التى يتم عرض التشكلات الناتجة عنها - شكل (٢٦٢) فنختار حالة التحميل الأولى LOAD1 ثم OK

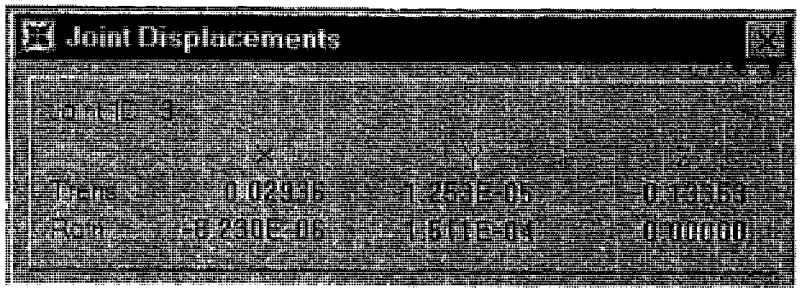


شكل (٢٦٢) عرض تشكلات العناصر



شكل (٢٦٣) شكل الترخيم للمنشأ تحت تأثير حالة التحميل الأولى

ولعرض بيانات تشكلات أي نقطة يتم النقر عليها بزر الماوس الأيمن فيتم عرض البيانات الخاصة بها من خلال مربع بيانات - شكل (٢٦٤) .

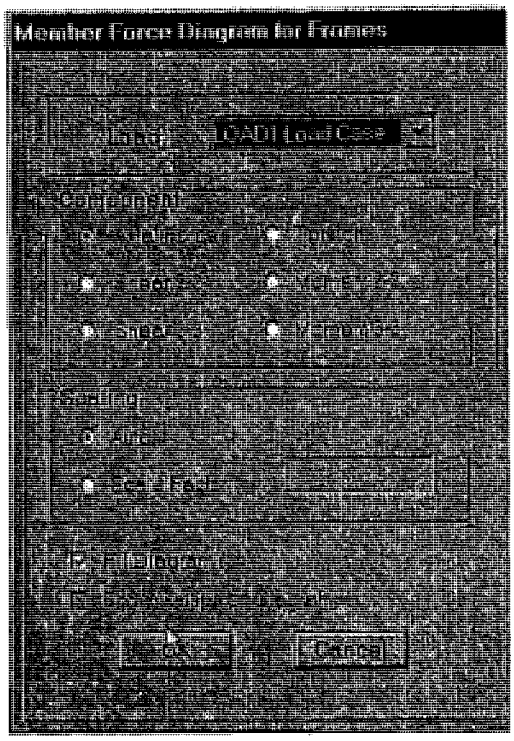


شكل (٢٦٤) قيم التشكلات للنقطة رقم ٣

- **استعراض ردود الأفعال الداخلية والإجهادات :**

لاستعراض ردود الأفعال الداخلية بنافذة العرض اليسرى يتم الانتقال إليها وتغيير زاوية الرؤية إلى المستوى X-Z , Y=120 وذلك لاستعراض عناصر الجانب الخلفي من للمنشأ، ثم يتم إختيار العناصر Frames من أمر استعراض ردود الأفعال والإجهادات للعناصر Show Element Forces/Stresses من قائمة العرض Display فيظهر مربع حوار - شكل (٢٦٥)

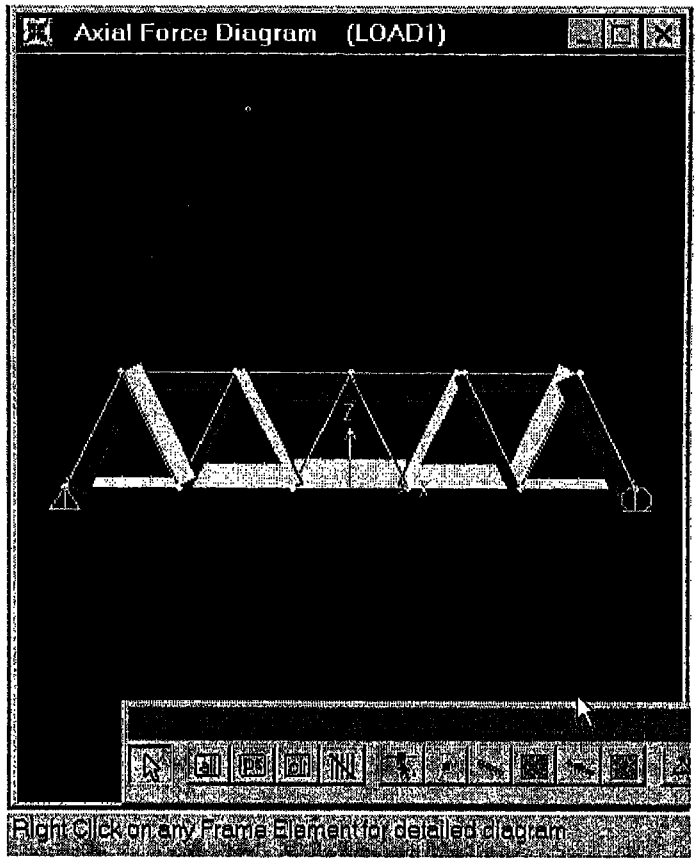
Display → Show Element Forces / Stresses → Frames



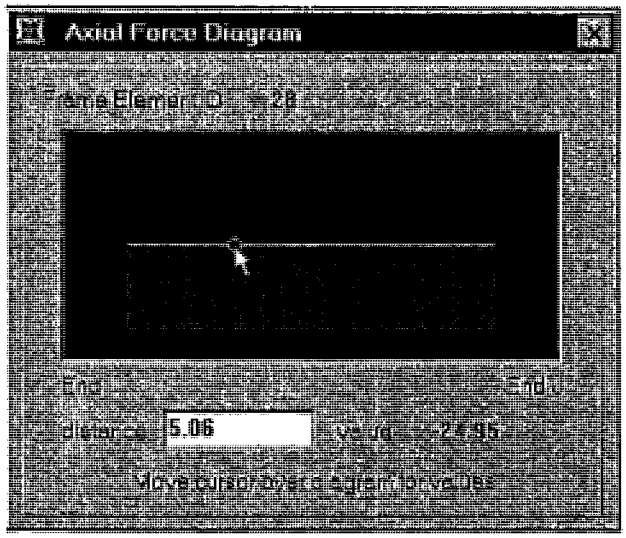
شكل (٢٦٥) عرض القوى الداخلية

ومن خلال مربع الحوار تم تحديد حالة التحميل الأولى واختيـــار القـــوى المحورية والموافقة OK فيظهر شكل المنشأ كما يلي: شكل (٢٦٦).

- يمكن استعراض بيانات مفصلة عن كل عنصر بمجرد النقر عليه بـــالزر الأيمن للماوس، حيث يتم استعراض العنصر الواحد كما بالشكل (٢٦٧)

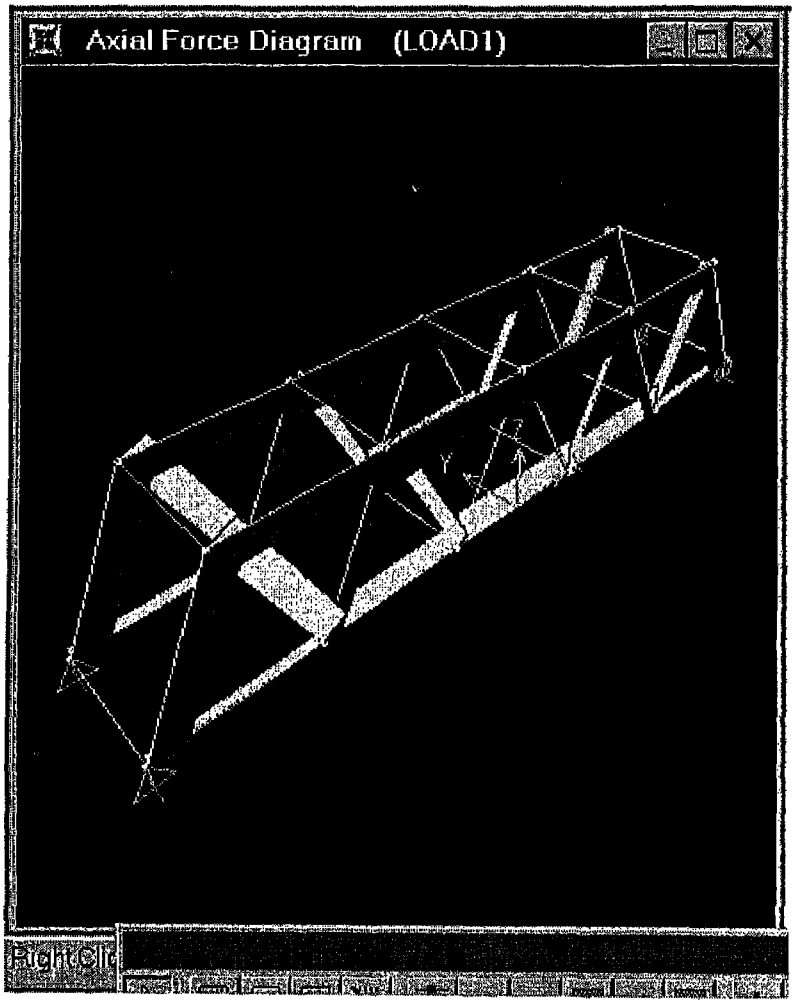


شكل (٢٦٦) القوى المحورية للعناصر



شكل (٢٦٧)
القوى المحورية
بالعنصر رقم ٢٨

- يمكن استعراض نفس نوع القوى الداخلية لنفس حالة التحميل لجميع عناصر المنشأ بمجرد تغيير مستوى الرؤية إلى المستوى الفراغي 3D من قائمة العرض View بالأمر Set 3D View ثم اختيار 3D - شكل (٢٦٨).



شكل (٢٦٨) القوى المحورية للعناصر

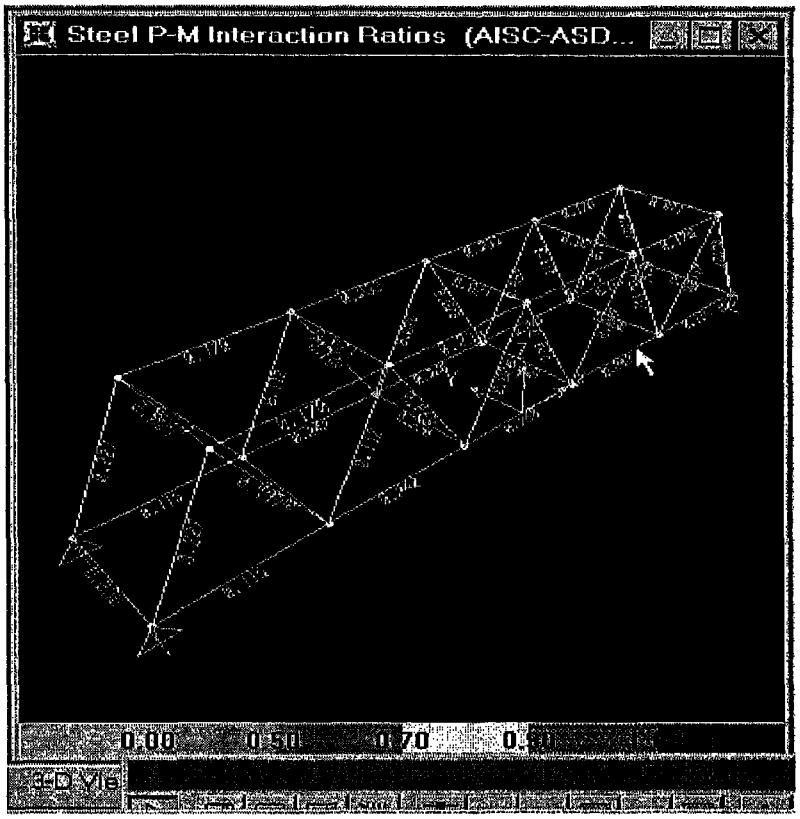
بعد الانتهاء من عملية التحليل الإنشائي يمكن بدا مرحلة التصميم للمنشأ، وذلك كما يلي:

○ التصميم الإنشائي:

يتم بدأ أعمال التصميم الإنشائي بتنفيذ أمر مراجعة المنشأ Check of Structure المتفرع من الأمر Start Design من قائمة التصميم Design

Design → Start Design/Check of Structure

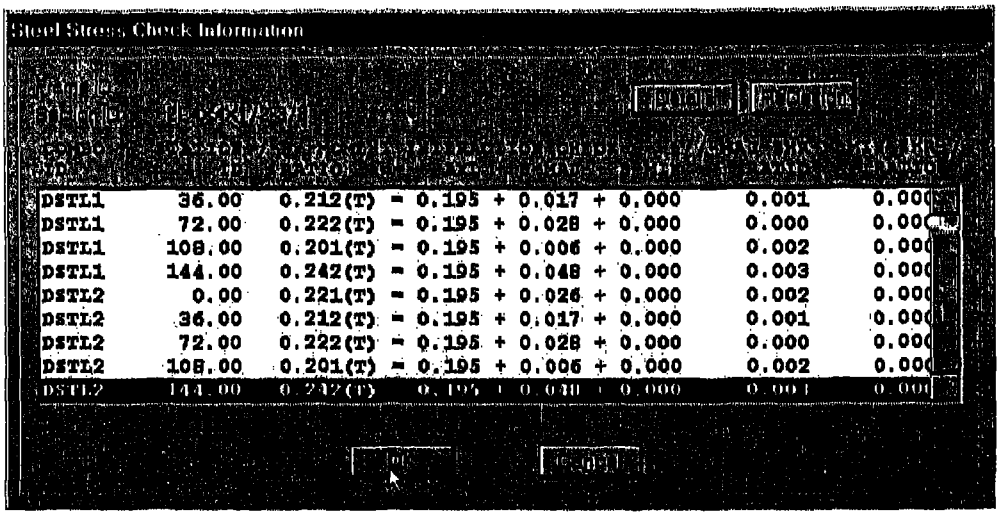
يقوم البرنامج بتصميم المنشأ وعرض شكل المنشأ التالي: شكل (٢٦٩)



شكل (٢٦٩) P - M Interaction Ratios

وهذا الشكل يعرض عناصر المنشأ محددا عليها نسبة الإجهادات الفعلية إلى الإجهادات التي يتحملها قطاع المنشأ بأمان طبقا لكود التصميم المستخدم، والقطاعات تعتبر آمنة مادامت هذه النسبة أقل من الواحد الصحيح.

لعرض بيانات تفصيلية عن أي عنصر يتم النقر عليه بزر الماوس الأيمن فيتم عرض مربع البيانات كما بالشكل (٢٧٠):



شكل (٢٧٠) بيانات تصميمية

المثال الرابع

Beam

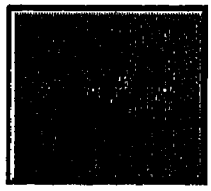
EXAMPLE 4: R.C. Beam

من خلال هذا المثال سيتم استعراض إمكانيات البرنامج في إدخال وتعديل النقاط، حيث سيتم إدخال مجموعة نقاط لتمثيل موديل عنصر إطاري على شكل منحنى جيب الزاوية Sin Curve.

➢ أولا: إدخال منشأ جديد

- **من قائمة File يتم اختيار الأمر**

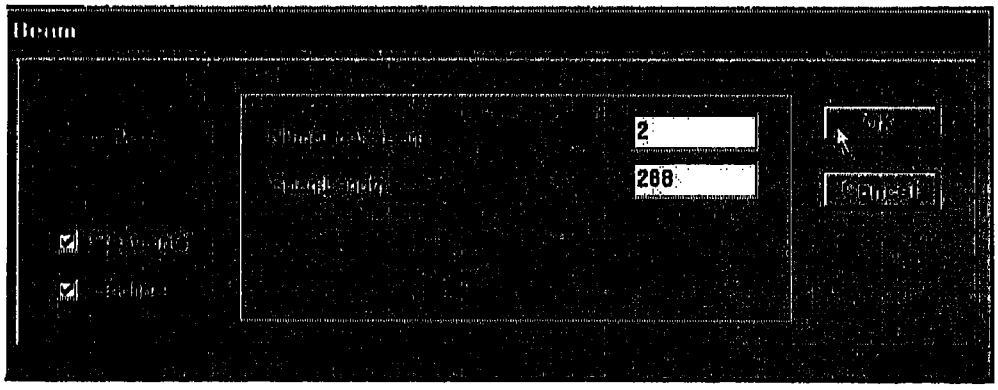
File→New Model from Templates



- من مربع الحوار الخاص بالقوالب الجاهزة نختار المنشأ Beam، فيظهر مربع الحوار كما بالشكل (٢٧١) ويتم إدخال بيانات المنشأ التالية:

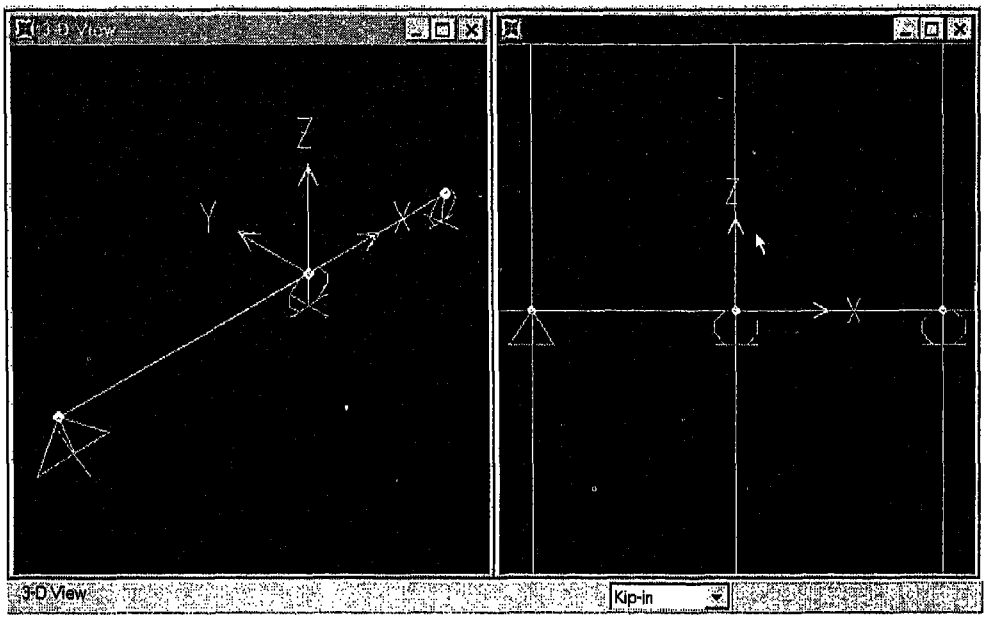
- عدد باكيات المنشأ Number of Spans = 2

- طول الباكية Span Length = 288



شكل (٢٧١) بيانات المنشأ (Beam)

بعد إدخال البيانات وضغط OK يظهر المنشأ كما بالشكل (٢٧٢)



شكل (٢٧٢) - شكل المنشأ بعد إدخال البيانات

ملاحظات:

- الوحدات المستخدمة Kip-in
- يقوم البرنامج بتعريف ركائز افتراضية للمنشأ حتى يتم تغييرها .

➢ **ثانيا: إدخال بيانات النقاط من خلال برنامج Excel:**

يمكن إعداد قاعدة بيانات لأرقام وإحداثيات النقاط من خلال برنامج إكسل EXCEL المعروف ومن ثم تعريفها للبرنامج - شكل (٢٧٣) وهذا يسهل إعداد معادلة جيب الزاوية المطلوبة لحساب الإحداثي Z للنقاط بسهولة.

Type	Name	X	Y	Z
POINT	1	0	0	0
POINT	2	10	0	17.3648177
POINT	3	20	0	34.2020143
POINT	4	30	0	50
POINT	5	40	0	64.2787609
POINT	6	50	0	76.6044443
POINT	7	60	0	86.6025403
POINT	8	70	0	93.9692620
POINT	9	80	0	98.480775
POINT	10	90	0	100
POINT	11	100	0	98.480775
POINT	12	110	0	93.9692620
POINT	13	120	0	86.6025403
POINT	14	130	0	76.6044443
POINT	15	140	0	64.2787609
POINT	16	150	0	50
POINT	17	160	0	34.2020143
POINT	18	170	0	17.3648177
POINT	19	180	0	1.22515E-14
POINT	20	190	0	-17.364817
POINT	21	200	0	-34.202014
POINT	22	210	0	-50
POINT	23	220	0	-64.278760
POINT	24	230	0	-76.604444
POINT	25	240	0	-86.602540
POINT	26	250	0	-93.969262
POINT	27	260	0	-98.48077
POINT	28	270	0	-100
POINT	29	280	0	-98.48077
POINT	30	290	0	-93.969262
POINT	31	300	0	-86.602540
POINT	32	310	0	-76.604444
POINT	33	320	0	-64.278760
POINT	34	330	0	-50
POINT	35	340	0	-34.202014
POINT	36	350	0	-17.364817
POINT	37	360	0	-2.4503E-14

شكل (٢٧٣) - ملف قاعدة البيانات المعد ببرنامج إكسل

ويتم تكوين ملف البيانات للنقاط بالترتيب التالي:

العمود الأول يحتوي نوع المدخلات (Type).

العمود الثاني يحتوي اسم (رقم) النقطة (Name).

العمود الثالث يحتوي الإحداثي X للنقطة.

العمود الرابع يحتوي الإحداثي Y للنقطة.

العمود الخامس يحتوي الإحداثي Z للنقطة.

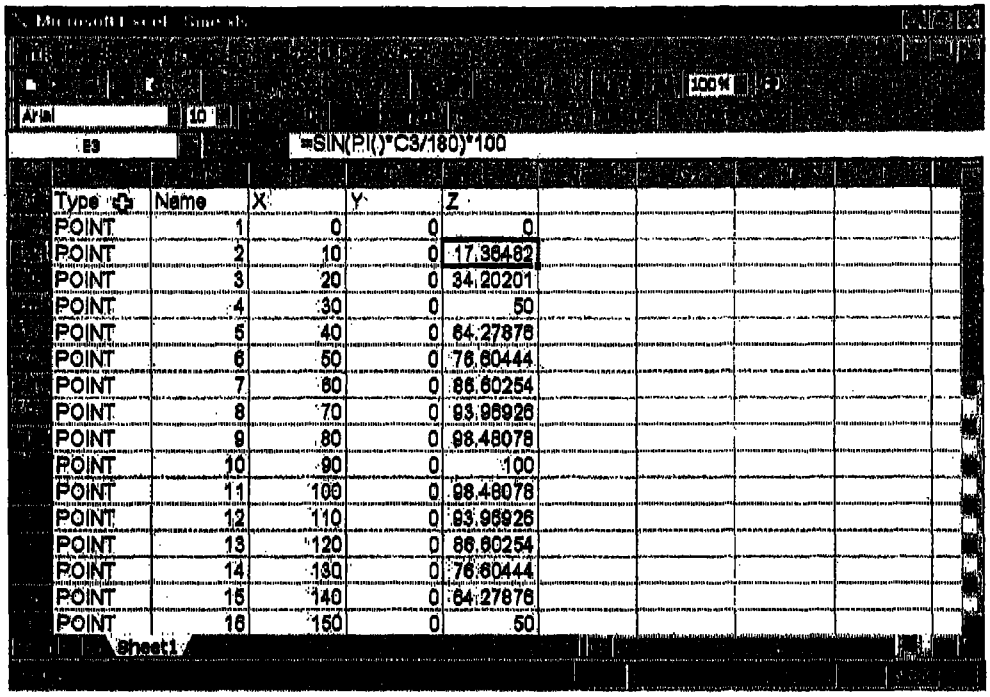
يلاحظ أن العمود الرابع يحتوي قيم Z والمحسوبة عن طريق معادلة تم إدخالها لبرنامج إكسل هي:

=SIN(PI()*C3/180)*100

وبعد تكوين قاعدة البيانات المطلوبة يتم من خلال برنامج إكسل اختيار نسخ خلايا الجدول بأمر Copy من قائمة Edit ثم العودة لبرنامج ساب٢٠٠٠.

من داخل برنامج ساب٢٠٠٠ يتم اختيار كل عناصر الموديل الجاري إعداده وذلك بالضغط على [ ] أو تنفيذ الأمر All من قائمة Select ثم تنفيذ الأمر Paste من قائمة Edit.

يظهر مربع حوار كما بالشكل (٢٧٥) لإدخال قيم ترحيل للنقاط عن نقطة الأصل للمحاور العامة في اتجاهاتها الثلاثة - عند الرغبة في ذلك - أما إذا كانت الإحداثيات المعدة ببرنامج إكسل تتماشى مع نقطة الأصل للمحاور العامة للموديل الحالي فلا حاجة لعمل أية ترحيلات.

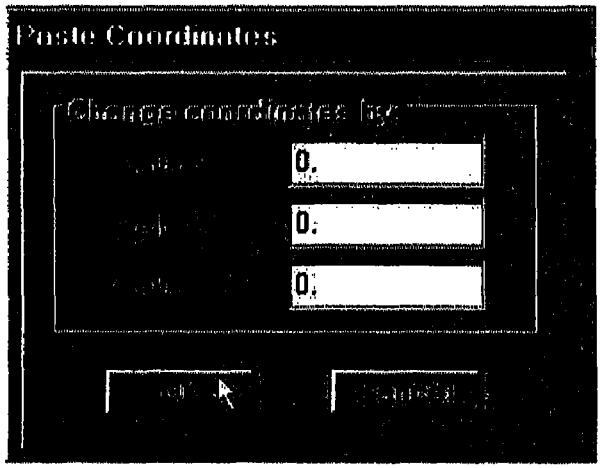


=SIN(PI()*C3/180)*100

Type	Name	X	Y	Z
POINT	1	0	0	0
POINT	2	10	0	17.36482
POINT	3	20	0	34.20201
POINT	4	30	0	50
POINT	5	40	0	64.27876
POINT	6	50	0	76.60444
POINT	7	60	0	86.60254
POINT	8	70	0	93.96926
POINT	9	80	0	98.48078
POINT	10	90	0	100
POINT	11	100	0	98.48078
POINT	12	110	0	93.96926
POINT	13	120	0	86.60254
POINT	14	130	0	76.60444
POINT	15	140	0	64.27876
POINT	16	150	0	50

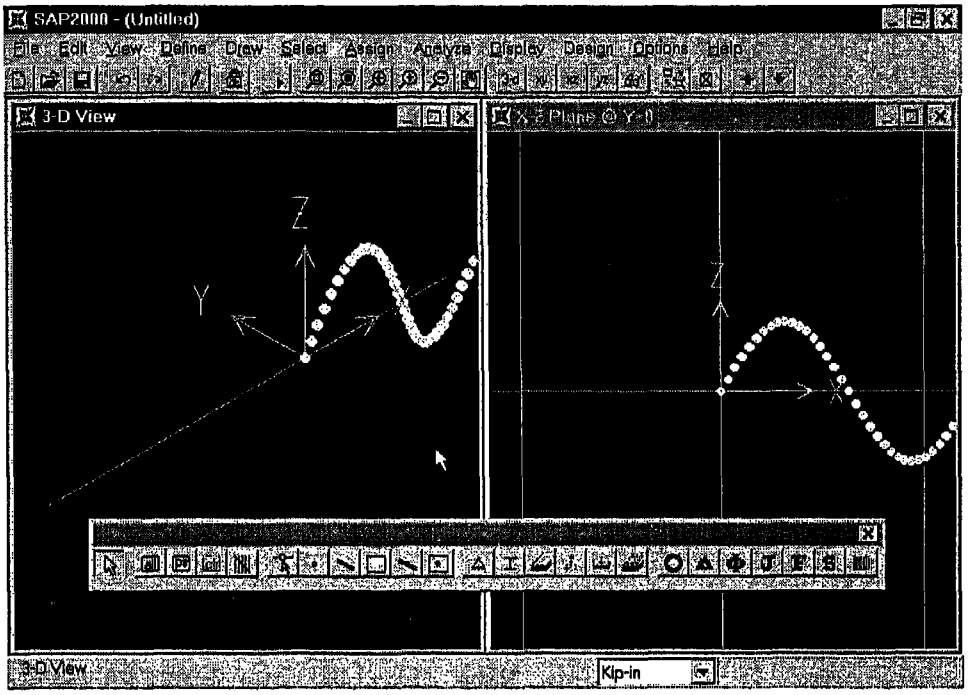
Sheet1

شكل (٢٧٤) جدول إحداثيات النقاط أثناء إعداده ببرنامج إكسل



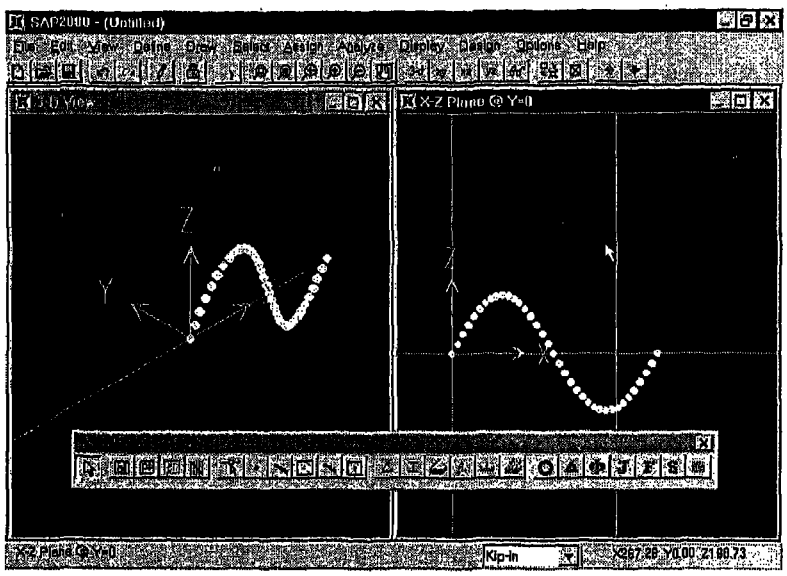
شكل (٢٧٥) مربع حوار لإدخال قيم الترحيل - عند الحاجة لذلك.

بعد إتمام عملية نقل النقاط إلى برنامج ساب٢٠٠٠ يبدو شكل الموديل على الشاشة كما يلي - شكل(٢٧٦) حيث تظهر النقاط الجديدة محل النقاط القديمة.



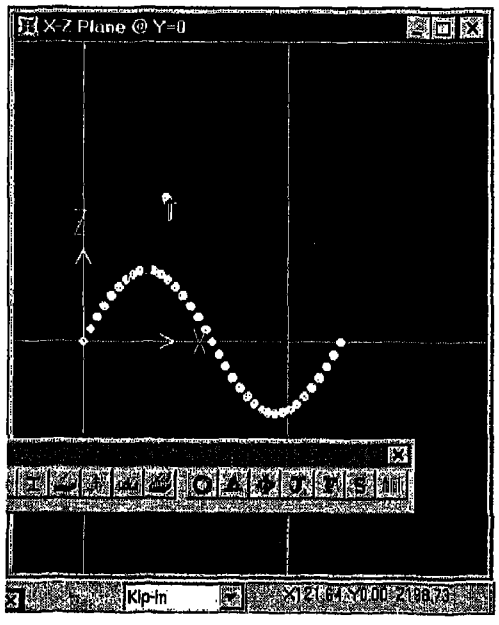
شكل (٢٧٦) العناصر بعد إدخالها من Excel

لتحسين رؤية النقاط على الشاشة يمكن استخدام الأمر Pan وذلك بضغط الأيقونة ثم السحب بالماوس لوضع الرؤية المناسب - شكل (٢٧٧).



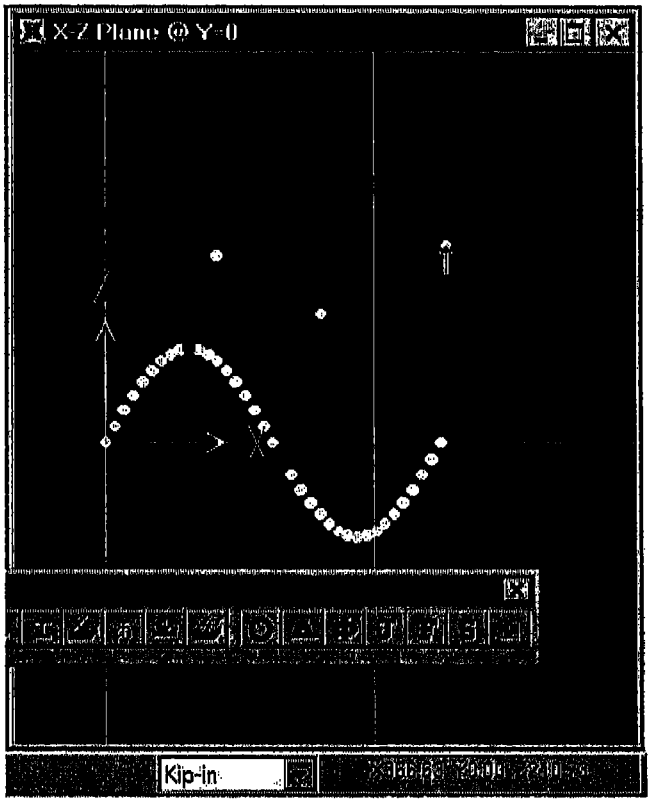
شكل (٢٧٧) عناصر المنشأ بعد نقله بأمر Pan

عند الرغبة في تحريك نقطة من مكانها يتم ذلك باستخدام الماوس حيث يتم الضغط على الأيقونة حيث يتحول مؤشر الماوس إلى الشكل ويتم نقر النقطة المراد نقلها وسحبها إلى المكان الجديد - شكل (٢٧٨).



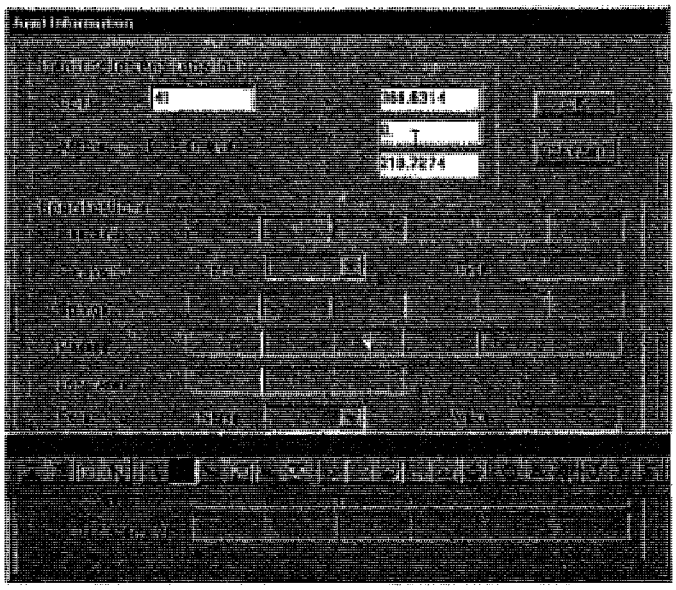
شكل (٢٧٨)
نقل نقطة إلى موضع آخر

عند الرغبة في إدخال (إضافة) نقطة جديدة يتم ذلك باستخدام الماوس نضغط الأيقونة من شريط الأدوات الطافي حيث يتغير شكل مؤشر الماوس كالمعتاد ويتم النقر بزر الماوس الأيسر في المكان المطلوب إضافة النقطة به ويلاحظ ظهور إحداثيات للنقطة الجديدة أسفل الشاشة تتغير بتغير موضع الماوس - شكل (٢٧٩).

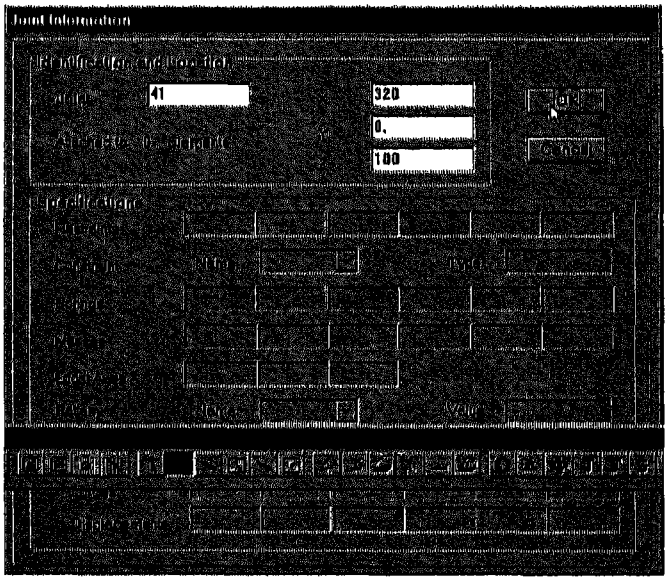


شكل (٢٧٩) إضافة نقطة جديدة

لتعديل إحداثيات النقطة الجديدة بعد ذلك يمكن النقر عليها بزر الماوس الأيمن فيظهر مربع حوار - شكل (٢٨٠) تظهر به إحداثيات النقطة تماما كما تظهر بأسفل الشاشة ويتم إدخال القيم الجديدة المطلوبة - شكل (٢٨١).



شكل (٢٨٠) تغيير بيانات نقطة



شكل (٢٨١) الإحداثيات الجديدة للنقطة

المثال الخامس

Shell

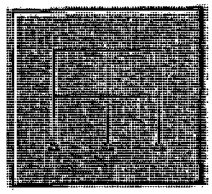
EXAMPLE 5: SHELL STRUCTURE

في هذا المثال يتم استعراض بعض إمكانيات البرنامج في توليد عناصر قشرية والتعامل معها رغم البداية باستخدام عناصر اطارية .

➢ **اختيار موديل جديد لتمثيل المنشأ:**

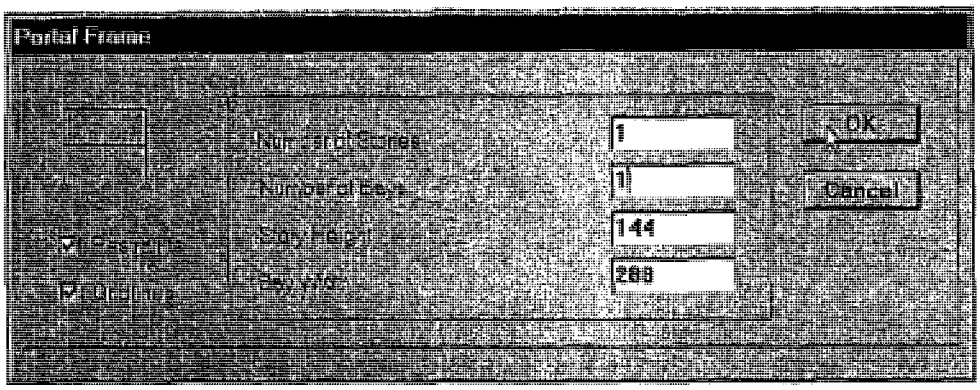
- من قائمة File يتم اختيار منشأ جديد

File → New Model from Template



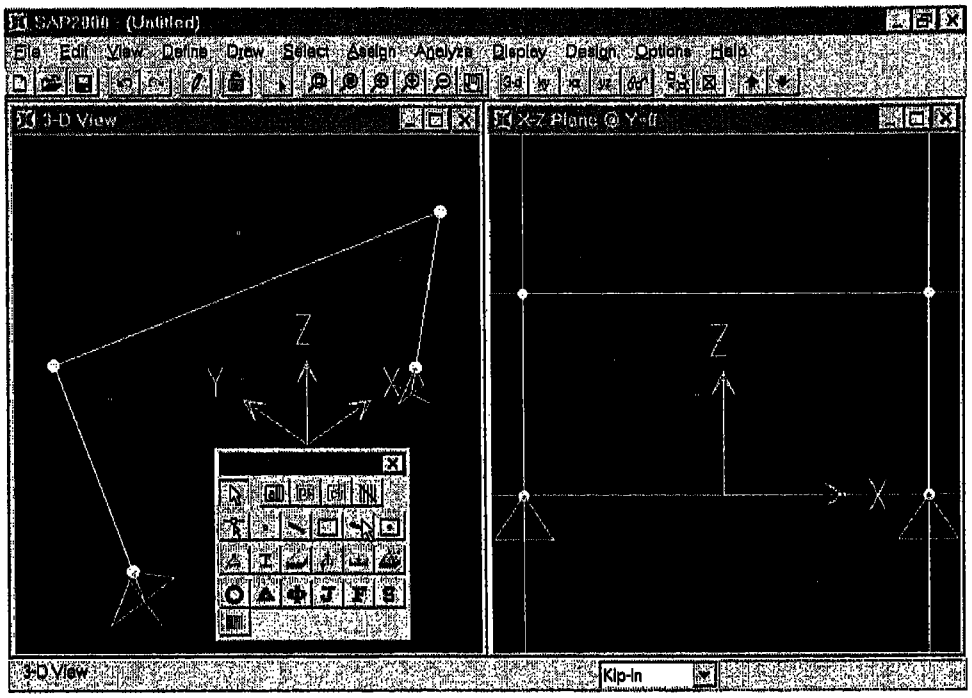
- يتم اختيار Multi Stories Frame

- يلي ذلك إدخال بيانات المنشأ من خلال مربع الحوار الذي يظهر على الشاشة شكل (٢٨٢):



شكل (٢٨٢) بيانات المنشأ

- يلي ذلك ظهور المنشأ كما بالشكل التالي:

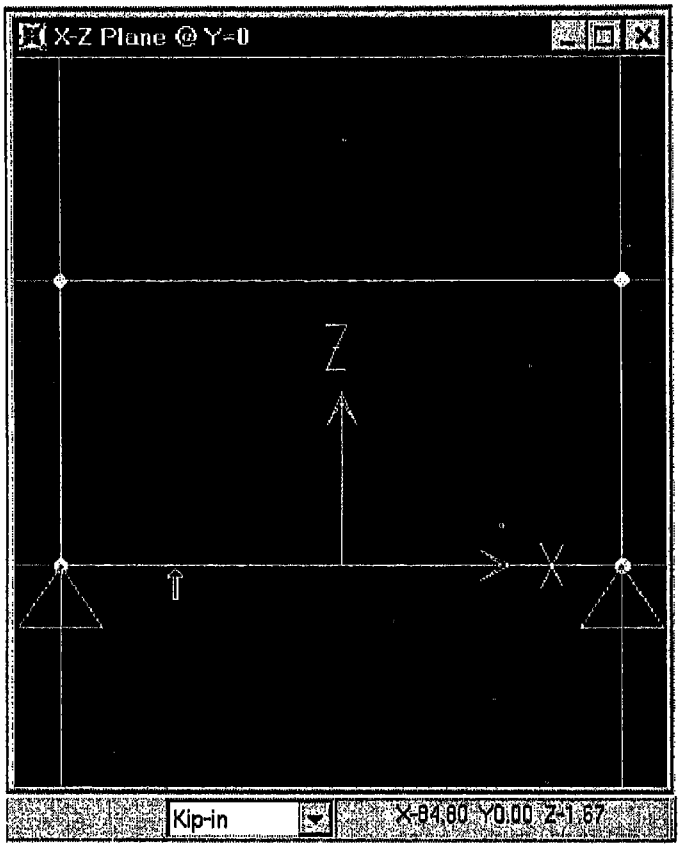


شكل (٢٨٣) شكل المنشأ

- يتم إضافة عنصر رابع للمنشأ باستخدام الماوس كما يلي:

- نضغط الأيقونة

- يظهر مؤشر الماوس بالشكل ⇑ فيتم النقر Click على خط الشبكة المطلوب رسم العنصر عليه فيتم إضافة العنصر كما بالشكل (٢٨٤)

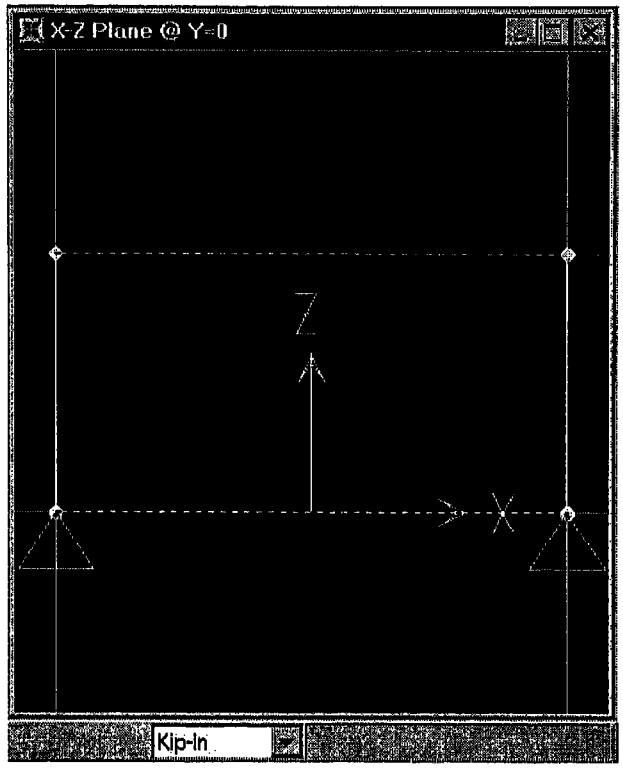


شكل (٢٨٤)

➢ **تقسيم عناصر المنشأ :**

يتم فيما يلي تقسيم عناصر الموديل الرئيسية إلى عدة عناصر أخرى وذلـــك كما يلي:

- اختيار العنصرين العلوي والسفلي كما بالشكل (٢٨٥) .

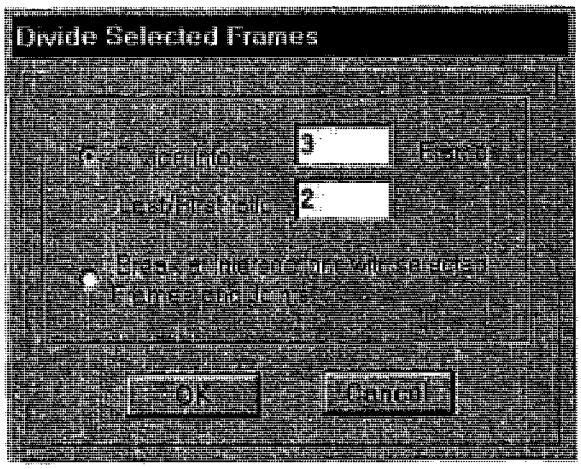


شكل (٢٨٥) اختيار العنصرين السفلي والعلوى

- من خلال قائمة Edit يتم اختيار أمر التقسيم:

Edit → Divide Frames

- يظهر مربع حوار لإدخال بيانات التقسيم كما بالشكل (٢٨٦)



شكل (٢٨٦) بيانات تقسيم العناصر

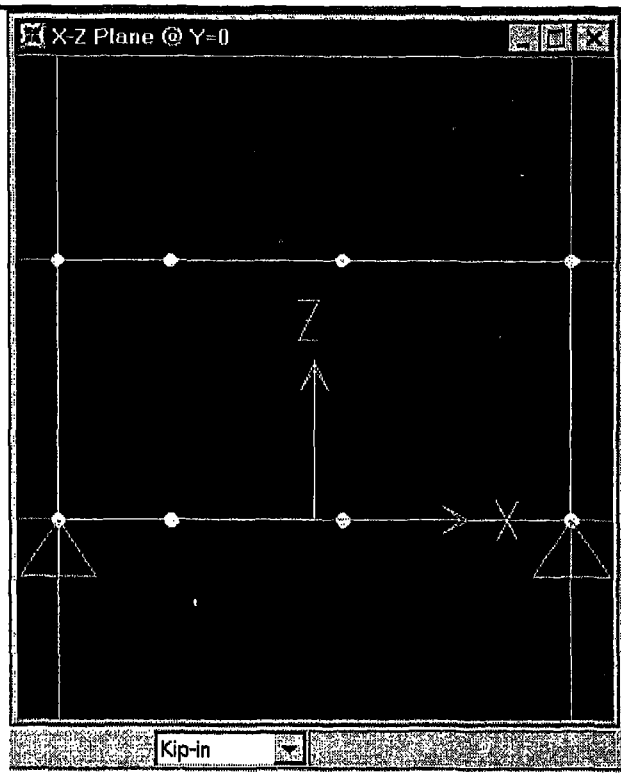
- حيث :

Divide into يمثل عدد الأجزاء المطلوب تقسيم العنصر إليها.

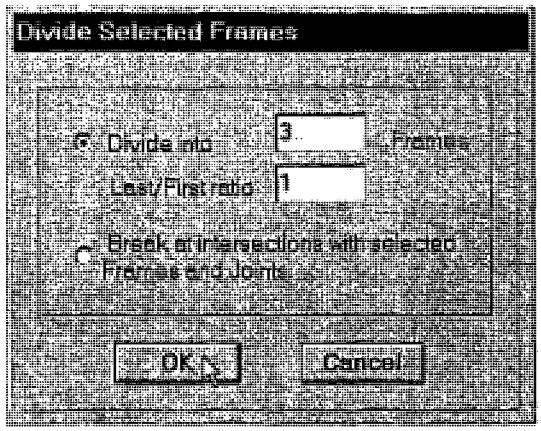
Last / First ratio تمثل النسبة بين طول أخر عنصر وأول عنصر.

وبعد ذلك يبدو شكل المنشأ بعد التقسيم بالشكل (٢٨٧)

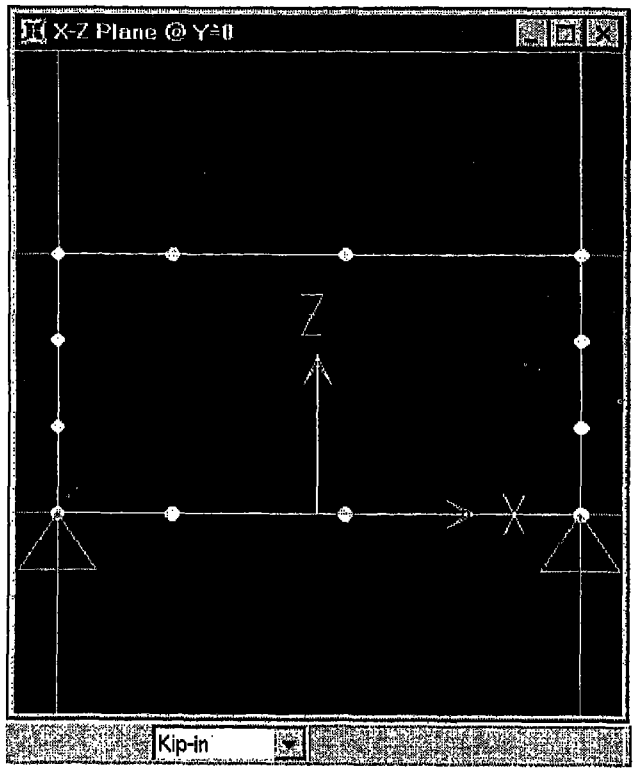
- يتم اختيار العنصرين الأيمن والأيسر وبنفس الطريقة يتم تحديد بيانات التقسيم (شكل ٢٨٨) وبعد ذلك يبدو شكل الموديل المعدل كما بالشكل ٢٨٩)



شكل (٢٨٧)



شكل (٢٨٨)



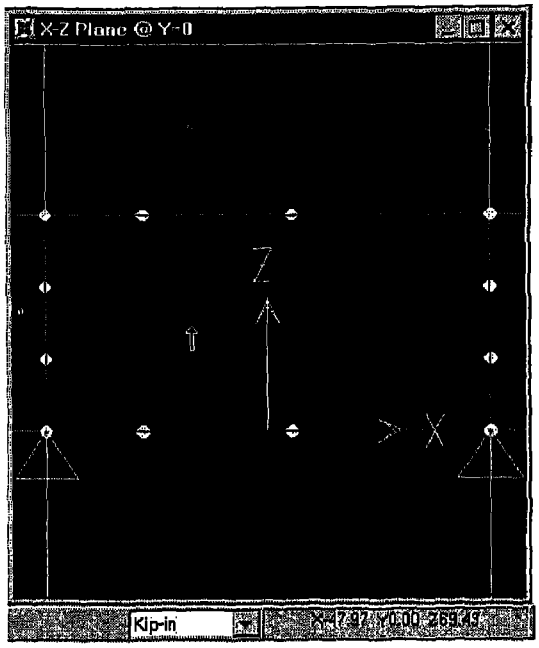
شكل (٢٨٩)

- تم الآن رسم الموديل المكون من العناصر الإطارية، يلي ذلك إضافة عناصر قشرية.

♦ يتم فيما يلي إضافة عناصر قشرية للموديل كما يلي:

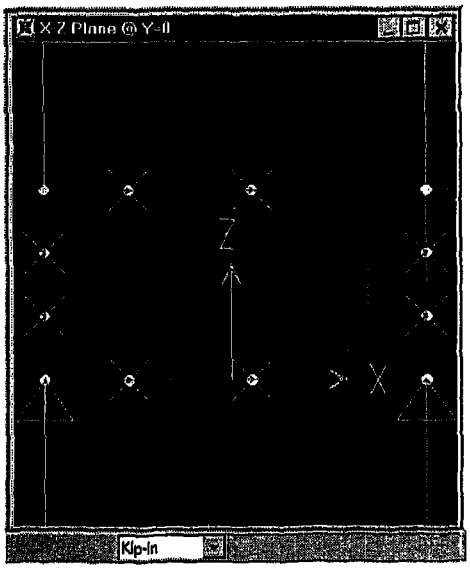
- يتم رسم عناصر قشرية عن طريق الأيقونة والتي تستخدم لرسم العناصر القشرية بسرعة (Quick Draw Shell)

- يتحول شكل مؤشر الماوس إلى ⇧ فيتم وضع المؤشر في المساحة المطلوب عمل عنصر قشري بها ثم يتم النقر بزر الماوس الأيسر فتتحول تلك المساحة إلى عنصر قشري كما بالشكل (٢٩٠) ويميز العنصر القشري باللون الأحمر.



شكل (٢٩٠)

- يتم تقسيم العنصر القشري إلى مجموعة من العناصر القشـــرية، وذلـــك باختيار العنصر القشري المطلوب تقسيمه بالضغط بالماوس داخله ثم يتـــم اختيار النقاط المطلوب التقسيم بينها كما بالشكل(٢٩١) .

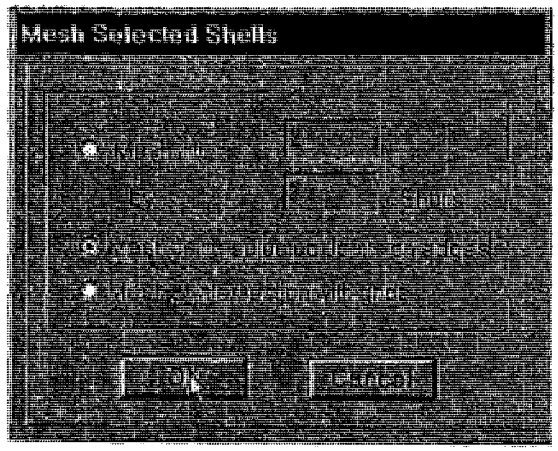


شكل (٢٩١)

- يتم بعد ذلك ومن خلال قائمة Edit اختيار الأمر:

Edit → Mesh Shells

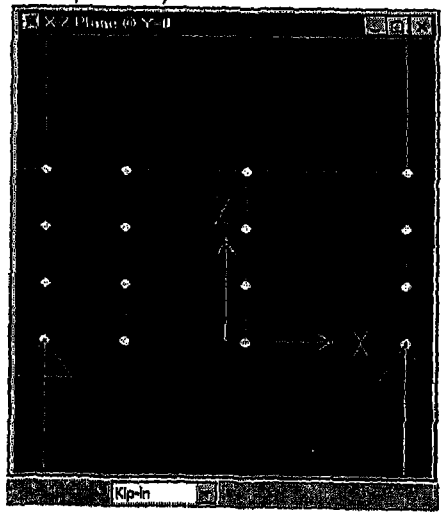
فيظهر مربع حوار كما بالشكل (٢٩٢).



شكل (٢٩٢)

يتم اختيار Mesh using selected joints or edges لكي يتم عمل الشبكة بين نقاط مختارة، أو يكتفى بتحديد عدد العناصر المطلوب التقسيم إليها في كل اتجـــاه مـــن خلال الاختيار Mish into.

بعد اختيار OK يبدو شكل المنشأ كما بالشكل (٢٩٣) كما يلي:



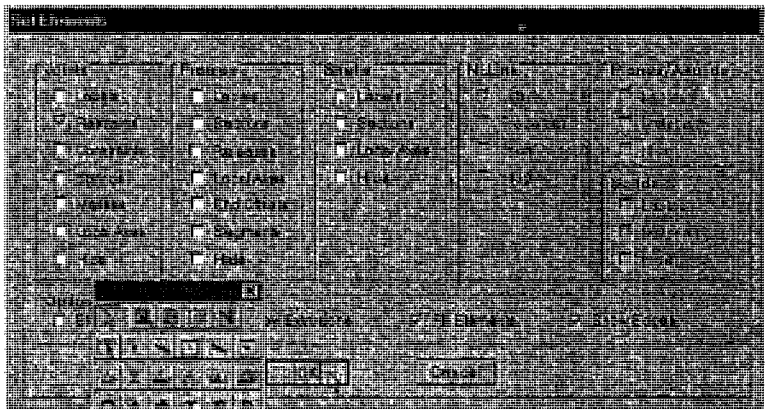
شكل (٢٩٣)

- يمكن إظهار العناصر القشرية مصمتة بالضغط على الأيقونة (Set Element)

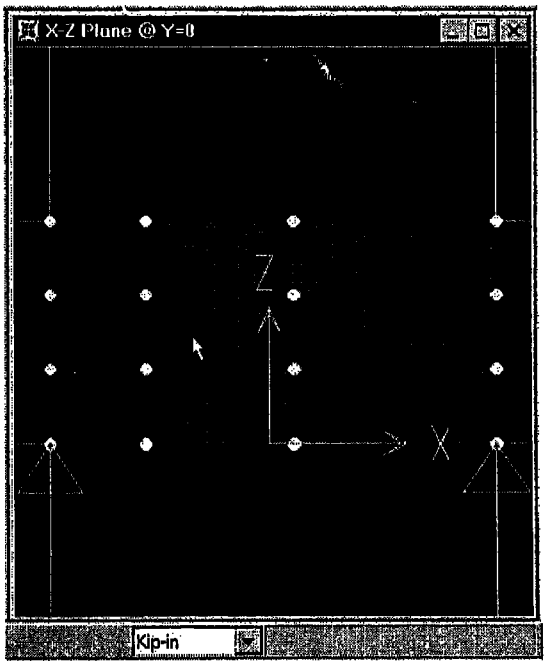
حيث يظهر مربع الحوار كما بالشكل (٢٩٤) فنختار

ثم نضغط

حيث يبدو المنشأ كما بالشكل (٢٩٥)

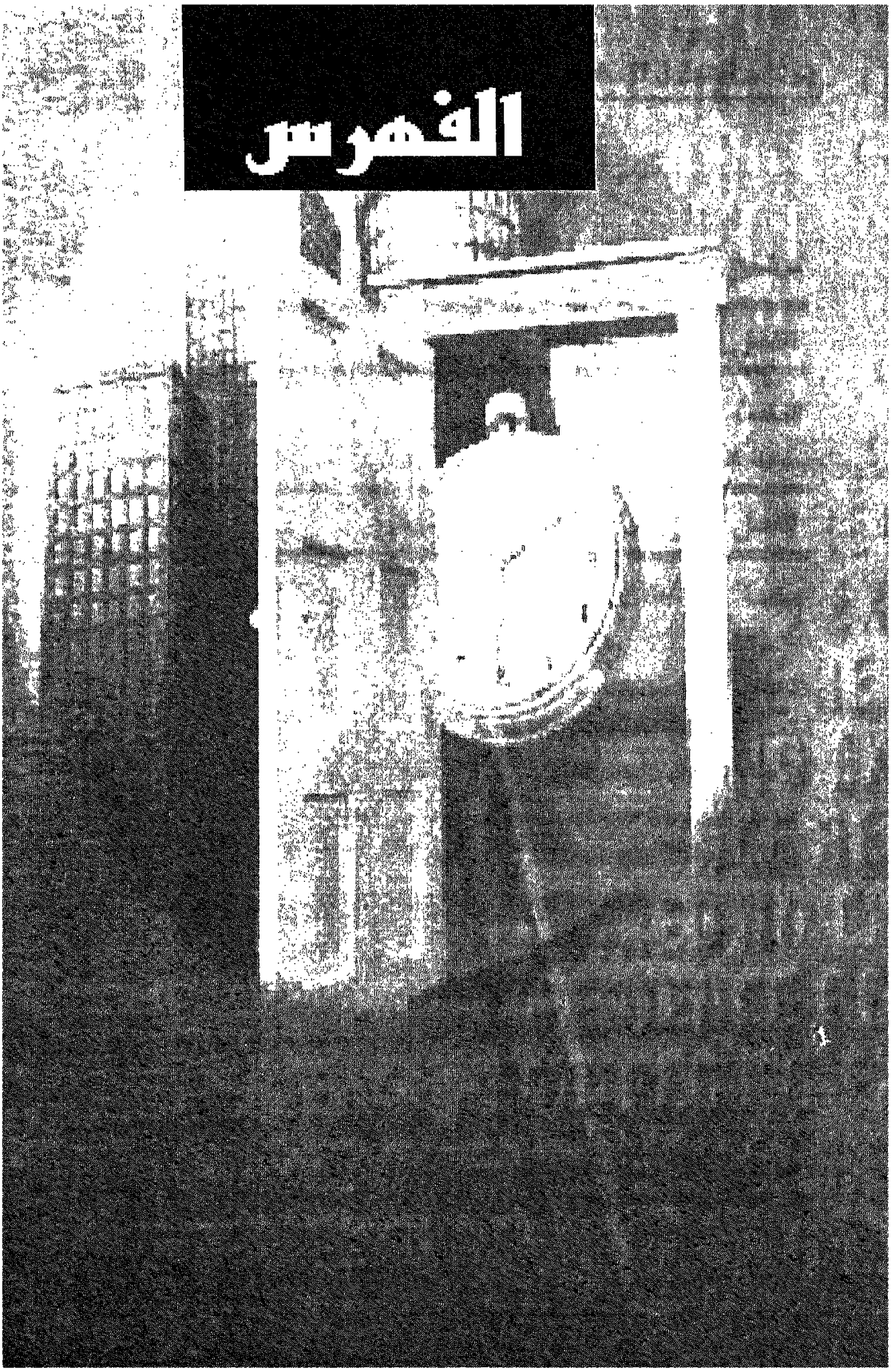


شكل (٢٩٤)



شكل (٢٩٥)

الفهرس



الفهـرس

توضيح ٥

الفصل الأول: نظرة عامة

المقدمة ٩

طريقة العناصر المحدودة ١٣

الفصل الثاني: أساسيات التحليل الإنشائي .....

مقدمة ٢١

الإحداثيات ٢٢

المحاور العامة Global Coordinates. ٢٣

المحاور المحلية Local Coordinates. ٢٤

درجات الحرية ودرجات القيود ٢٥

التحميل على يايات Springs ٢٦

تطابق الإزاحات Constraints ٢٧

الأجزاء الإطارية Frame Elements ٢٨

الأجزاء القشرية Shell Elements. ٤٦

العناصر الخاصة Asolid & Plane Element. ٥٣

عناصر تمثيل الكتل المصمتة Solid Elements ٥٦

تحديد الأحمال المؤثرة على المنشآت ٧٥

تأثير الإزاحات بسبب الأحمال P-DELTA Analysis. ٥٩

الفصل الثالث: مهارات التعامل مع SAP 2000 .....

واجهة التطبيق البيانية ٦٥

New Model ٦٨

إدخال ملفات سابقة التجهيز Import ٧٢
إخراج الملفات فى صور مختلفة Export ٧٤
الطباعة Print ٧٥
عمل المصفوفات للأشكال Replicate ٧٨
Divide Frames. ٨١
Mesh Shells. ٨١
قائمة العرض View Menu ٨٤
تعريف خواص المواد Materials ٩٠
تعريف قطاعات العناصر الإطارية Frame Sections ٩٢
تعريف قطاعات العناصر القشرية Shell Sections. ٩٧
تعريف حالات التحميل الإستاتيكية Static Load Cases. ٩٨
Reshape Elements. ١٠٠
Add Special Joint ١٠١
Draw Frame Element ١٠٢
Draw Shell Element ١٠٤
Edit Grids ١٠٦
قائمة الاختيارات Select Menu. ١٠٨
تخصيص خواص النقاط ١١٢
تخصيص خواص العناصر الإطارية ١١٦
تخصيص خواص العناصر القشرية ١٢٣
تخصيص الأحمال المؤثرة على النقاط Assign Joint Static Loads ١٢٤
تخصيص الأحمال الإستاتيكية المؤثرة على العناصر الإطارية ١٢٦
تخصيص الأحمال الإستاتيكية المؤثرة على العناصر القشرية ١٣٠
قائمة التحليل الإنشائى Analyze Menu. ١٣٢
قائمة العرض Display Menu. ١٣٥
قائمة التصميم Design Menu ١٤١

Display Design Info. ١٤٣
Update Analysis Sections ١٤٦
Redefine Element Design Data ١٤٨
قائمة الخيارات Options Menu ١٤٩
قائمة المساعدة Help Menu ١٥٣
شريط الأدوات الرئيسى Main Toolbar ١٥٥
شريط الأدوات الطافى Floating Toolbar ١٥٧

الفصل الرابع: الأمثلة.....

Example 1 2D Multi Story Frame ١٦٣
Example 2 2D Truss ٢٣٣
Example 3 3D Truss ٢٥٧
Example 4 Beam ٢٩٣
Example 5 Shell ٣٠٥
الفهرس ٣١٧

رقم الإيداع: ٩٩/١١٨٨١
الترقيم الدولى: 977-307-053-0

SAP 2000 ساب ٢٠٠٠

هناك نسبة كبيرة من الناس المهتمين بتعلم الحاسب وتطبيقاته المختلفة ، لا تجد الوقت الكافى لتعلم هذه التطبيقات والإلمام بكل خصائصها . هذه النسبة من الناس قد لا تجد الوقت اللازم لقراءة الكتب الضخمة التى تعتمد على أسلوب السرد والتى تحتوى فى الغالب على نصوص ومصطلحات يصعب شرحها . لذلك فقد تم إعداد هذا الكتاب لتلافى هذا القصور وتوصيل المعلومات بطريق مباشرة من خلال شاشات برنامج ساب ٢٠٠٠ ومن خلال خطوات تطبيقية توضح كل العمليات الخاصة بالبرنامج . هذه الخطوات الواضحة تجعل من السهل على قارئ الكتاب تطبيقها مباشرة على البرنامج ومشاهدة النتيجة على الفور . هذا الأسلوب المرئى فى التعليم يوفر للقارئ ليس فقط المعلومة السريعة والعملية، ولكن أيضا الإثارة والمتعة التى تدفعه إلى التعليم التطبيقى . إننا نؤكد لك أنك سوف تجد فى هذا الكتاب التعلم السهل والفعال الذى يعطيك أفضل النتائج.